

# *Myndus crudus*: vector del agente causante de la Marchitez letal en palma de aceite en Colombia

## *Myndus Crudus*: Vector of the Causal Agent of Lethal Wilt Disease in Oil Palm in Colombia

### AUTORES

**Mauricio Arango**

Ing. Agrónomo, M.Sc.,  
Asistente de Investigación,  
Área de Fitopatología, Cenipalma

**Carlos Ospina**

Ing. Agrónomo,  
Auxiliar de Investigación,  
Área de Fitopatología, Cenipalma

**Jorge Sierra**

Ing. Agrónomo,  
Auxiliar de Investigación,  
Área de Entomología, Cenipalma

**Gerardo Martínez**

Ing. Agrónomo Ph.D.  
Coordinador del Programa de  
Plagas y Enfermedades, Cenipalma  
gerardo.martinez@cenipalma.org

### Palabras CLAVE

ML, *Elaeis guineensis*,  
Cixiidae, transmisión

ML, *Elaeis guineensis*,  
Cixiidae, transmission

Recibido: 11 mayo 2011  
Aprobado: 24 mayo 2011

### Resumen

La Marchitez letal (ML) es una de las principales enfermedades de la palma de aceite en Colombia. Sus primeros registros en la Zona Oriental se dieron en 1994 en la subregión del Bajo Upiá donde ha causado la muerte de más de 106.000 palmas. Por sus síntomas es parecida a uno de los casos de marchitez registrados en la década entre 1965 y 1975 cuando fueron afectadas alrededor de 288.000 palmas en la plantación Oleaginosas Risaralda. Estudios previos han arrojado evidencias de la participación de un insecto en el proceso de diseminación del agente responsable de la enfermedad, que por sus hábitos alimenticios y relación con la vegetación circundante, está desempeñando un papel importante en el desarrollo de la ML. La atención se centró en el *Cixiidae Myndus crudus* van Duzee, el cual tiene antecedentes como vector del patógeno causante de la enfermedad en Oleaginosas Risaralda, así como del amarillamiento letal del cocotero (CLY). En este trabajo se realizaron pruebas de transmisión con adultos de *M. crudus* provenientes de las colonias desarrolladas con este fin, exponiendo algunos de ellos a alimentación en palmas enfermas y otros a palmas sanas para ser usados como control. Se dieron las condiciones necesarias para el desarrollo del período de incubación del patógeno en estos insectos, tiempo que se inició en plantas de *Paspalum virgatum* por cinco días. Luego fueron utilizados para inocular palmas sanas, condición necesaria para el desarrollo de los síntomas. Los resultados obtenidos mostraron que fue posible transmitir el agente causante de la ML, utilizando adultos de *M. crudus* como insecto vector, empleando períodos promedios de adquisición en palmas enfermas de 2,7 días; períodos promedios de incubación en el insecto de mínimo 5,5 días y períodos promedios de inoculación de 2,6 días. La eficiencia de transmisión en las pruebas realizadas con insectos expuestos a palmas enfermas fue de 19% y el número



de casos en las palmas control fue de 6 %. Estos últimos casos están justificados por las condiciones experimentales utilizadas. El promedio del período de incubación del patógeno en las plantas inoculadas fue de 167 días, éste estuvo correlacionado por el estado de incubación del patógeno en los insectos y la proporción de hembras y machos utilizados en las pruebas. Los resultados confirman el papel de *Myndus crudus* en la transmisión del agente causante de la ML y son similares a resultados encontrados en trabajos previos con la enfermedad denominada Marchitez sorpresiva en Oleaginosas Risaralda.

## Abstract

Lethal wilt (ML, for its name in Spanish), is one of the main diseases in oil palm in Colombia. The first record of ML in the East Zone was in 1994 in Bajo Úpia sub-zone where it had caused the death of more than 106.000 palms. Symptoms are similar to the case of sudden wilt in oil palm that affected around 288.000 palms in Oleaginosas Risaralda between 1965 and 1975. Previous studies indicate that there is an insect involved in the process of dissemination of the causal agent of the disease, and that according with its feeding habits and the relationship with the type of vegetation growing below the palms; it is playing an important role in the development of ML. Special attention was given to the Cixiidae *Myndus crudus* van Duzee, because of its role in the transmission of the pathogen responsible of a similar disease in Oleaginosas Risaralda in the 70's, and of the coconut lethal yellowing disease (CLY). In this work, transmission test were carried out with *M. crudus* adults coming from colonies developed for this purpose, giving some of them the opportunity to feed in diseased palms and others on healthy ones to be used as control. Then there was given a five day incubation period in the insect in plants of *Paspalum virgatum*, previous to the beginning of the inoculation of healthy palms in their reproductive stage, condition necessary for the development of symptoms. The results indicated that it was possible to transmit the causal agent of ML, using adult insects of *M. crudus* as the insect vector, with an average feeding acquisition time of 2.7 days, an average incubation time in the insect for 5.5 days and an average inoculation time of 2.6 days. There was 19% of transmission with insects exposed to disease palms and 6% in the control palms. The latter cases of transmission can be explained by the experimental conditions used. There was an incubation period of the pathogen in the palms of 167 days. This was related with the length of the incubation of the pathogen in the insect and the proportion between females and males used in the transmission experiments. These results confirm the role of *Myndus crudus* in the transmission of the causal agent of ML and they are comparable to the obtained with the denominated sudden wilt in Oleaginosas Risaralda.



## Introducción

La Marchitez letal (ML), es considerada como una de las principales enfermedades de la palma de aceite (*Elaeis guineensis* Jacq.) en Colombia; especialmente en la Zona Oriental, donde los primeros casos se registraron en 1994 (Torres y Tovar, 2004). Una enfermedad similar se presentó en la década entre 1965 - 1975 en Oleaginosas Risaralda, en el Valle del río Zulia, Norte de Santander (Mena et ál., 1975; Martínez et ál., 1976; Mena y Martínez, 1977), donde destruyó alrededor de 288.000 palmas.

Los síntomas en la parte aérea de las palmas son similares a los de la Marchitez sorpresiva asociada

a protozoarios flagelados. En el caso de ML, hay ausencia de estos y aún no se conoce el agente causante. Buscando aclarar la confusión que se ha tenido con estas dos enfermedades, Martínez (1985) propuso el nombre de caso A para la hoy conocida como ML y caso B para la Marchitez sorpresiva asociada a la presencia de los flagelados. Esta última ha sido la más estudiada por su presencia en varias zonas palmeras en Suramérica (Parthasarathy et ál., 1976; Dollet y López, 1978; McCoy y Martínez, 1982; Cenipalma, 1998; Dollet, 1998 y Arango et ál., 2011).



Según Torres y Tovar (2004), a partir de los primeros casos de la ML en la Zona Oriental colombiana, se diseminó a diferentes plantaciones del Bajo Úpía y recientemente según la Coordinadora de Manejo Sanitario (2010), hay nuevos focos en otras subzonas en la Zona Oriental colombiana. Además hay evidencias de su posible presencia en la Zona Central colombiana (Cenipalma, 2010).

Esta enfermedad de la cual se desconoce el agente causante, ha ocasionado a los palmicultores de los Llanos Orientales de Colombia, entre 1994 y 2010, pérdidas que se estiman, según la Coordinadora de Manejo Sanitario (2010), en \$ 86.935'200.000, a causa de la erradicación de por lo menos 106.000 plantas afectadas por la ML.

Según Mena y colaboradores (1975), Martínez y colaboradores (1976), en la Marchitez sorpresiva que se presentó en Oleaginosas Risaralda, donde fue notoria la ausencia de protozoarios flagelados, se logró mantener la incidencia de la enfermedad en niveles inferiores al 3%, cuando se implementaron prácticas conjuntas que incluyeron control total de la vegetación circundante y uso de insecticidas. Arango y colaboradores (2011), lograron resultados similares con la Marchitez letal denominada ML en la Zona Oriental colombiana. Allí, luego de aplicaciones conjuntas de insecticidas más herbicidas, se conservó la incidencia por debajo del 1%. Ambos estudios concluyeron que insectos cuyo aparato bucal corresponde a picador-chupador, están involucrados en la diseminación del agente causante de la enfermedad.

En el estudio de la marchitez en Oleaginosas Risaralda, se plantearon varias hipótesis para conocer su agente causante (Mena et ál., 1975). Sánchez (1973), estudió diferentes especies de hongos fitopatógenos como: *Fusarium* sp., *Phomopsis* sp., *Rhizoctonia* sp., *Macrophomina* sp., *Phytophthora* sp., y *Thielaviopsis* sp., sin embargo, ninguno de éstos reprodujo los síntomas asociados con la enfermedad. Genty (1973), López y colaboradores (1975), reportaron que la marchitez estaba relacionada con la presencia de insectos y que como *Sagalassa valida*, era el más frecuente en las zonas afectadas, por ende sería el responsable de la enfermedad. Adicionalmente, Genty (1981), mencionó con relación a la hipótesis anterior que las aplicaciones al suelo del organoclorado (Endrin®) redujeron la incidencia del disturbio en plantaciones afectadas.

Mena y colaboradores (1975), reportaron que aplicaciones de insecticidas dirigidas al dosel de la planta redujeron la incidencia de la marchitez; además lograron identificar entre la vegetación acompañante al cultivo de la palma de aceite un insecto llamado en su momento *Haplaxius pallidus* hoy *Myndus crudus* (van Duzee).

Zenner y López (1977), reportaron que algunas especies gramíneas y cyperáceas como: *Panicum máximum* Jacq., *Cenchrus echinatus* L., *Cyperus rotundus* L., *Digitaria* sp., *Echinochloa colonum* L., *Leptochloa filiformis* (Lam.), *Panicum fasciculatum* Sw., *Paspalum paniculatum* L. y *Setaria geniculata* (Lam.), jugaron un papel importante en el desarrollo de la enfermedad, al ser hospederas de los estados inmaduros del insecto.

Por su desarrollo en el sistema de raíces de las gramíneas en su estado inmaduro y su visita a la palma en su estado adulto, Martínez y colaboradores (1975), Mena y Martínez (1977), centraron sus estudios en el hoy llamado *M. crudus*. Con este insecto se desarrollaron pruebas de transmisión y con los resultados obtenidos concluyeron que fue capaz de transmitir a palmas sanas un patógeno adquirido durante su alimentación en palmas enfermas y reproducir los síntomas asociados con la enfermedad, con un período de incubación en la palma de 152 días. Posteriormente al utilizar la metodología desarrollada por Mena y Martínez (1977), Howard y colaboradores (1983) y Howard y Gallo (2006), transmitieron el agente causante del Amarillamiento letal del cocotero (CLY) a través de *M. crudus*.

Con estos antecedentes del insecto y una vez establecida su presencia en áreas afectadas por la ML en los Llanos Orientales de Colombia se procedió a evaluar el papel del Cixiidae *Myndus crudus* (van Duzee), como el vector del agente causante de la Marchitez letal.

## Materiales y métodos

En la plantación Palmar de Oriente S.A., ubicada en el municipio de Villanueva (Casanare), región del Bajo Úpía, se sembró en 2007 un lote denominado "Tabaco" a una distancia de 4,5 x 4,5 m, de material Compacta x Nigeria, con el fin de contar con palmas para realizar las pruebas de transmisión. Una vez estas palmas llegaron a su estado reproductivo, condición necesaria para la expresión de síntomas de la ML,

se realizaron planes de manejo de la ML, implementando las estrategias de control de la enfermedad con aplicación de insecticidas desarrollados en el trabajo de Arango y colaboradores (2011) y Sierra y colaboradores (2011), para reducir las poblaciones no solo de *M. crudus* sino de otros hemípteros y en el proceso, el riesgo de infecciones no controladas. Una vez terminadas las inoculaciones, se procedió a realizar nuevamente esta práctica de control con el mismo fin (Tabla 1).

Tabla 1. Programa de control de insectos

Antes de las inoculaciones		
Días	Ingrediente activo	Dosis (cc./L)
48	Fipronil	1
35	Imidacloprid	1
17	Imidacloprid	1
Después de las inoculaciones		
60	Imidacloprid	1
76	Imidacloprid	1
99	Imidacloprid	1
118	Carbosulfan	2
156	Imidacloprid	1
170	Carbosulfan	2

## Establecimiento de las colonias de *Myndus crudus*

Se establecieron previamente macollas de *Paspalum virgatum* L. (pasto Maciega), una de las especies identificadas como principales hospederas de los estados inmaduros de *M. crudus*. Las macollas se sembraron en bandejas plásticas de ocho litros de capacidad protegidas con una malla de tul. Las cepas sembradas fueron lavadas previamente con abundante agua con el fin de eliminar suelo, posturas y diferentes estados de desarrollo de insectos y ácaros. Luego se permitió su desarrollo por lo menos durante 10 días, antes de ser usadas para depositar en ellas estados inmaduros de *M. crudus*.

Para la recolección de estados inmaduros de *M. crudus*, se visitaron lotes en diferentes plantaciones del Bajo Úpía y en ellos se seleccionaron cepas de *P. virgatum*, en donde era evidente, la presencia de los lexudados cerosos característicos de esta especie. Se procedió a observar el sistema de raíces y a seleccionar ninfas en diferentes estados de desarrollo (Figura 1).



Figura 1. Ninfas de *Myndus crudus*. Se observa la matriz cerosa que protege a las ninfas así como la excreción de esa sustancia por algunas de ellas. (Fotografía M. Arango).



Figura 2. Adulto de *M. crudus* (Fotografía B. Pineda)

Estas fueron trasladadas a las bandejas con las cepas de *P. virgatum*, previamente establecidas para permitir el desarrollo de las ninfas y su paso al estado adulto y luego utilizarlos en las pruebas de transmisión o para mantenimiento de las colonias.

Se establecieron dos colonias de cría, la primera ubicada en la plantación Palmas de Casanare que fue destinada a la obtención de adultos (Figura 2), para los trabajos de adquisición en palmas enfermas, tratamiento I. La segunda colonia se estableció en el municipio de Villanueva (Casanare), fuera de una plantación de palma de aceite y los adultos obtenidos se alimentaron sobre palmas sanas, tratamiento II, para usarlos como control.

Una vez comenzó la emergencia de los adultos jóvenes, aproximadamente el 20% entre machos y hembras, se retiraron y trasladaron a una nueva bandeja para promover cópulas entre los insectos y



Figura 3. Plantas de *Paspalum virgatum* sembradas en bandejas plásticas y protegidas con una malla de tul donde se colocaron las ninfas de *M. crudus*, colectadas en el campo. (Fotografía M. Arango).

obtener nuevas posturas (Figura 3). En las bandejas donde fueron depositados los padres de las próximas generaciones, introdujo folíolos de palma de aceite, situación necesaria para la sobrevivencia de los insectos, para lo cual se sembró una palma de aceite en el sitio donde se estableció cada colonia (Figura 4). Con el 80% de los adultos jóvenes de *M. crudus*



Figura 4. Macolla de *Paspalum virgatum* en la bandeja de cría con folíolos de palma en su interior para la alimentación de los adultos de *M. crudus*. (Fotografía M. Arango).

se dio inicio a las pruebas de adquisición en plantas afectadas por la ML para el tratamiento I, o en plantas sanas para el tratamiento II.

### Pruebas de adquisición del agente causante de la ML

El 80% de los adultos jóvenes de *M. crudus* que emergieron de las bandejas de cría de cada colonia, fueron separados en grupos de diez individuos y llevados a jaulas elaboradas con botellas plásticas; a las cuales se les abrieron ventanas laterales que luego se cubrieron con tela de tul, en procura que los insectos al interior tuvieran ventilación. Adicionalmente, a cada uno de los recipientes se le eliminó la base y el orificio realizado fue cubierto con discos de espuma cortada a la mitad, para facilitar la introducción de los folíolos que sirvieron como fuente de alimento. Seguidamente con los adultos machos y hembras, al interior de las jaulas, se procedió a su traslado al campo y a su instalación en las palmas con síntomas asociados a la ML, en el tratamiento I, o en palmas aparentemente sanas, tratamiento II. Durante el establecimiento de las jaulas en cada palma se hizo especial énfasis en la ubicación sobre las hojas pertenecientes a los niveles 9 y 17. (Figura 5 y Figura 6), que no mostraran un deterioro muy avanzado como resultado de la ML.

Una vez los insectos adultos se alimentaron sobre palmas sanas o enfermas, según el tratamiento, por



Figura 5. Jaulas plásticas diseñadas para que los adultos de *M. crudus* se alimentaran en forma confinada en folíolos de palma de aceite. El tapón en la base de la jaula permitió el paso del folíolo y evitó el escape de los insectos. (Fotografía M. Arango).

un tiempo mínimo de 48 horas, se retiraron y se trasladaron, conservando la identidad de cada grupo de insectos, según su exposición a palmas sanas o enfermas, a una nueva bandeja con macollas de *P. virgatum* donde permanecieron por alrededor de 120 horas (5 días) (Figura 6), para permitir que se

iniciara en los insectos expuestos a palmas enfermas el período de incubación del agente causante de la ML, porque se consideró que se trataba de un patógeno circulativo o propagativo en el insecto vector.

### Pruebas de transmisión

Con los insectos que fueron expuestos a palmas enfermas, tratamiento I y sometidos al proceso inicial de incubación en las bandejas de cría, se formaron grupos de diez individuos entre machos y hembras, que se trasladaron a jaulas plásticas, similares a las usadas durante las pruebas de adquisición. Lo mismo se hizo con insectos alimentados en palmas sanas, tratamiento II, que fueron utilizados como control. Estas fueron instaladas en cada una de las palmas a inocular. Las jaulas plásticas se rotaron a una nueva planta dentro de la misma línea de palmas cada dos días, alternando palmas a inocular con el tratamiento I con las palmas del tratamiento II, esto con el fin de incrementar el número de palmas expuestas a

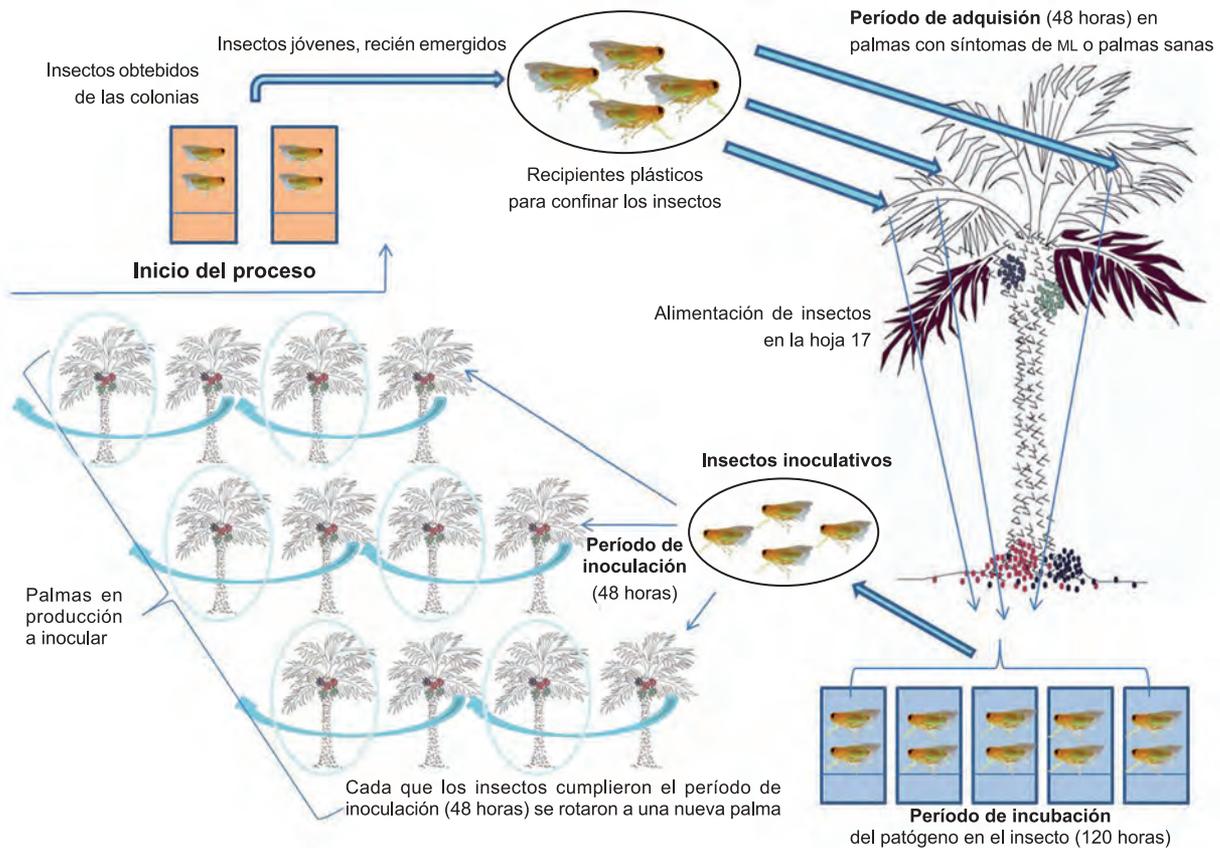


Figura 6. Diagrama del proceso de adquisición, incubación del patógeno en los insectos e inoculación en palmas sanas en estado reproductivo.



infección con el mismo grupo de insectos y generar así oportunidades de infección similares en los dos tratamientos (Figura 6).

En total se inocularon 178 palmas de las cuales 116 correspondieron a palmas expuestas a insectos alimentados en plantas con la ML y 62 a palmas expuestas a insectos alimentados en plantas sanas.

### Registro de la información

Se llevó un registro del número de insectos utilizados en cada una de las pruebas y de la sobrevivencia de ellos en las diferentes etapas del proceso de adquisición, incubación e inoculación. Una vez terminadas las inoculaciones se dio inicio a inspecciones cada dos semanas durante los primeros cuatro meses y semanalmente a partir de ese momento, en pro de identificar la presencia de palmas con los síntomas asociados a la ML. Los datos fueron expresados según las inoculaciones realizadas en cada mes; adicionalmente, se estimó la proporción de insectos vectores para los casos en los que se logró reproducir los síntomas característicos de la enfermedad, estos valores se obtuvieron usando la fórmula citada por Campbell (1990):

$$P = 1 - (1 - i)^{1/k}$$

En donde:

$P$  = Proporción de insectos vectores.

$i$  = Proporción de plantas infectadas.

$k$  = Número de insectos expuestos por planta.

### Resultados y discusión

El trabajo se inició con 1080 insectos adultos jóvenes. Para el desarrollo de las pruebas de adquisición en

plantas afectadas por la ML, tratamiento I, se usaron 713 adultos con un período promedio de adquisición de 2,7 días y, para el caso de los insectos que cumplieron su período promedio de adquisición de 2,9 días en plantas sanas. En el tratamiento II se usaron 367 adultos. La diferencia en el número de insectos utilizados en cada tratamiento se debió a la disponibilidad de ellos en las colonias de cría.

Para el inicio del período de incubación del patógeno en los insectos, estos se llevaron a plantas de *P. virgatum*, donde permanecieron en promedio 5,3 días. Finalizado este período, se recuperaron solo 567 adultos de *M. crudus*, 365 (51%) de los expuestos a palmas enfermas, tratamiento I y, 202 (55%) de los expuestos a adquisición en palmas sanas.

Estos se introdujeron en las jaulas plásticas para inoculación de palmas sanas, en grupos de diez insectos machos y hembras a medida que estuvieron disponibles y se presentaron palmas enfermas para su alimentación para adquisición del agente causante de la ML, durante los meses de junio, julio y agosto de 2010 (Tabla 2).

Con los 365 insectos expuestos a adquisición en palmas enfermas, tratamiento I, se inocularon 116 palmas y con los 202 insectos expuestos a palmas sanas, tratamiento II, se inocularon 62 palmas en este mismo período (Tabla 3).

Después de verificar que por lo menos uno de los insectos sobreviviera en cada una de las rotaciones a nuevas palmas inoculadas, se determinó que la duración del estado adulto durante este ensayo fue 20,4 días para los insectos del tratamiento I y 19,4 días en el tratamiento II (Tabla 4). En este trabajo fue evidente que a medida que se tuvo más experiencia

Tabla 2. Cantidad de insectos utilizados para las pruebas de transmisión llevadas a cabo en cada mes

	Junio	%	Julio	%	Agosto	%	Total
Insectos Tratamiento I *	140	38%	122	33%	103	28%	365
Insectos Tratamiento II **	70	34%	66	33%	66	33%	202

\* *M. crudus* alimentados en plantas afectadas por la ML

\*\* *M. crudus* alimentados en plantas sanas

Tabla 3. Palmas inoculadas durante los meses de junio a agosto con adultos de *M. crudus*, para determinar su papel en la transmisión del agente causante de la ML

	Junio	%	Julio	%	Agosto	%	Total
Palmas inoculadas Tratamiento I *	48	41%	28	24%	40	34%	116
Palmas inoculadas Tratamiento II **	23	37%	17	27%	22	35%	62

\* *M. crudus* alimentados en plantas afectadas por la ML

\*\* *M. crudus* alimentados en plantas sanas

Tabla 4. Duración promedio en días de los adultos de *M. crudus*, durante las pruebas de transmisión

	Junio	Julio	Agosto	Promedio Tratamiento
Insectos del tratamiento I *	16,97	19,20	24,96	20,4
Insectos del tratamiento II **	15,59	23,10	19,43	19,4
Promedio por mes	16,3	21,2	22,2	

\* *M. crudus* alimentados en plantas afectadas por la ML\*\* *M. crudus* alimentados en plantas sanas

en el manejo de los insectos durante el proceso de inoculación, se logró una mejor sobrevivencia de los adultos de *M. crudus*, pasando de 16,3 días en las inoculaciones realizadas en junio a 21,2 días en julio y a 22,2 días en agosto (Tabla 4).

Esta mejora en la sobrevivencia permitió alcanzar los resultados esperados, pues el agente causante de la ML tuvo mayor tiempo de incubación en los adultos de *M. crudus*, antes de tener la posibilidad de transmitirlo a las palmas sanas, sobre las cuales se alimentaron los insectos expuestos previamente al patógeno. En pruebas preliminares la longevidad de los insectos había sido uno de las limitantes más importantes. La sobrevivencia máxima de adultos para este ensayo fue de 34 días, la cual correspondió a una hembra, mientras que la máxima para un macho fue de 28 días.

El tiempo promedio de alimentación para inoculación sobre palmas sanas fue 60,1 horas en el tratamiento I (mínimo 48 y máximo 117 horas) y 69,7 horas para el tratamiento II (mínimo 48 y máximo 120 horas).

La mayor sobrevivencia, a medida que se tuvo más experiencia en el manejo de los insectos de los adultos de *M. crudus*, aumentó el número de palmas inoculadas con cada grupo de insectos, tanto con el tratamiento I como en el tratamiento II. Se pasó de un promedio de 3,1 rotaciones en las inoculaciones iniciadas en el mes de junio (3,8 en el tratamiento I y 2,5 en el tratamiento II) a 4,1 rotaciones en julio (3,5 en el tratamiento I y 5,0 en el tratamiento II), hasta alcanzar 6,6 rotaciones en las inoculaciones realizadas en el mes de agosto (7,3 en el tratamiento I y 6,0 en el tratamiento II). Con los datos obtenidos no se pudo establecer si se presentó una diferencia entre la sobrevivencia de insectos expuestos a palmas enfermas y la de los expuestos a palmas sanas.

Los primeros síntomas característicos de la ML en las plantas que se inocularon con insectos alimentados en palmas enfermas fueron similares a los descritos

por Arango y colaboradores (2011). Allí se observó cómo la presencia del patógeno causó inicialmente pudrición de las brácteas espinosas de la raquilla. Con el progreso de la enfermedad se presentó pudrición de las inflorescencias más jóvenes y secamiento de las puntas de los folíolos, similares a los descritos por Arango (2010). (Figura 7, 8 y 9).

Tanto los racimos maduros como los inmaduros de las palmas afectadas, conservaron en la mayoría de los casos su coloración típica; sin embargo, se apreció un fácil desprendimiento de los frutos el cual



Figura 7. A. Síntomas en la inflorescencia femenina de una planta afectada por la Marchitez letal. B. Detalles de la pudrición al interior de la inflorescencia. (Fotografía M. Arango).



Figura 8. Apariencia de un folíolo en una planta sana comparado con los síntomas de secamiento característico en folíolo de palma afectada por la Marchitez letal. (Fotografía M. Arango).



Figura 9. Detalles del secamiento de los folíolos en palmas afectadas por la Marchitez letal. (Fotografía M. Arango).



Figura 10. Proceso de pudrición en la base de frutos de una palma afectada por la Marchitez letal comparado con el aspecto de la de frutos en una palma sana. En los primeros hay fácil desprendimiento de frutos en un racimo inmaduro, mientras en frutos de una palma sana fue necesario cortarlos para removerlos. (Fotografía M. Arango).



Figura 11. Corte longitudinal de frutos de palmas afectadas por Marchitez letal comparados con los de una palma sana. Se observa el proceso de pudrición que se presenta en la base de ellos. (Fotografía M. Arango).

fue mayor con el avance de la enfermedad, este comenzó a presentarse a partir del receptáculo o base de los mismos, formando un halo de coloración oscura que continuó con la posterior pudrición de los tejidos. (Figura 10 y Figura 11).

Nueve meses después de haber iniciado el ensayo, se identificaron 27 plantas afectas por la ML, de las cuales 22 (81%), correspondieron al tratamiento I; es decir, inoculaciones con *M. crudus* que fueron alimentados en plantas afectadas por la enfermedad, para una eficiencia de transmisión del 19% (Figura 12), la cual fue superior al 13% registrada por Mena y Martínez (1977). Este valor está en el rango de eficiencia de transmisión que se encuentra en diferentes trabajos en los cuales se han realizado estudios sobre la transmisión de patógenos circulativos o propagativos en su insecto vector (Cohen y Nitzany, 1966; Pineda y Martínez, 1974; Rico y Martínez, 1977; Tsai, 1977; Harris, 1981; Camargo, 1990; Camargo y Wallace, 1994; Ammar, 1994; Nault, 1997; Fletcher et ál., 1998; Sforza et ál., 2003; Troul et ál., 2004; Mitchel, 2004; Phytoplasma-vector.com, 2004; Weintraub y Beanladden, 2005; Tsai et ál., 2010).

El número de casos de la ML en el tratamiento II fue de cinco, 6% (Figura 12). Estos resultados se explican por las condiciones experimentales usadas, en las cuales se trabajó directamente en plantas en el campo, donde las palmas que manifestaron síntomas pudieron ser visitadas por insectos que escaparon de las jaulas, donde se encontraban insectos previamente expuestos a alimentación en palmas enfermas. Este escape ocurrió principalmente como resultado del daño causado a las jaulas por roedores. Se resalta que al observar los casos positivos en el control, tratamiento II, se encontró que estos se presentaron en el vecindario de palmas que expresaron los síntomas, como resultado de la inoculación con insectos expuestos a palmas enfermas, tratamiento I (Figura 12).

Los primeros tres casos de palmas con síntomas asociados a la ML se observaron 104 días después de la inoculación. A partir de ese momento se presentaron nuevos casos de palmas afectadas por la ML con períodos máximos de incubación en la palma inoculada de 228 días y un promedio de 167 días (5,6 meses) (Tabla 5). En las plantas que presentaron síntomas en el tratamiento II, el promedio del período de incubación fue de 154 días (5,2 meses). Estas variaciones en el período de incubación del patógeno en la palma están sustentadas en diferentes interacciones insecto-patógeno-planta, las cuales juegan un papel importante en la velocidad con que se desarrollan los síntomas en las palmas (Rico y

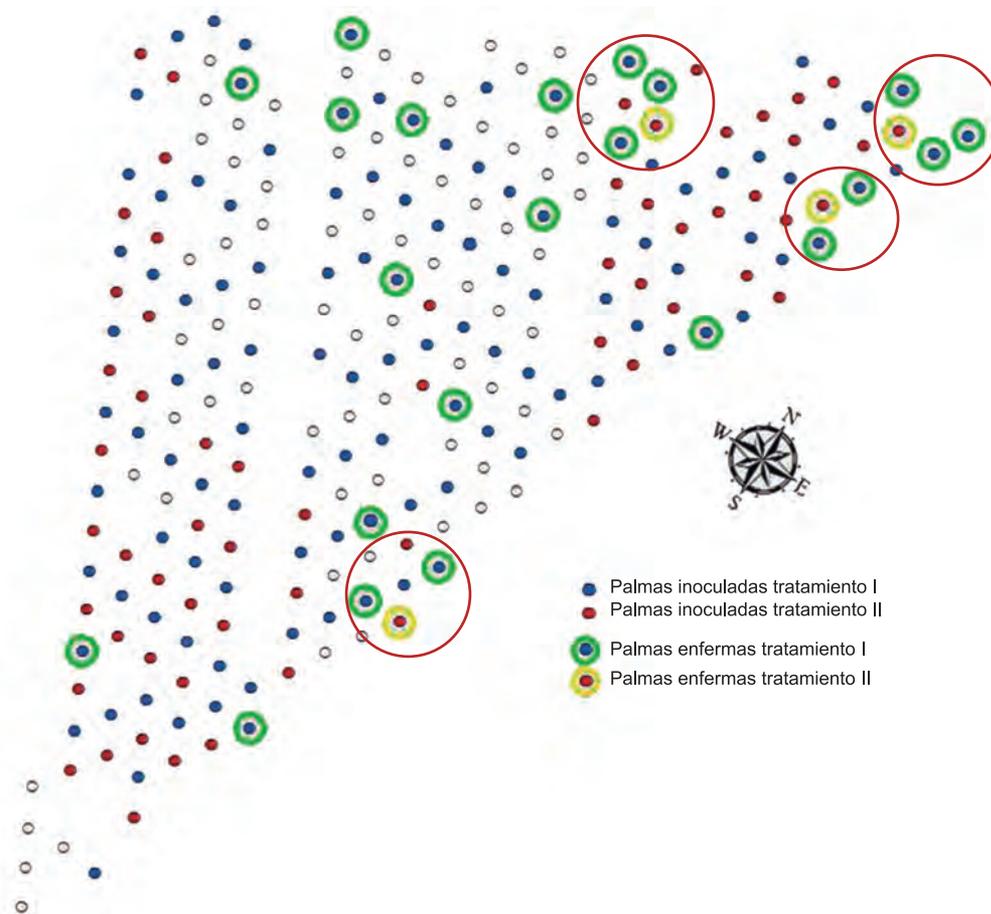


Figura 12. Palmas correspondientes al tratamiento I y II, en las cuales se logró reproducir los síntomas asociados a la Marchitez letal. En los círculos rojos se puede apreciar que los casos positivos en el control se presentaron en la vecindad de palmas inoculadas con insectos expuestos a palmas enfermas.

Martínez, 1977), (Valderrama et ál., 2002) y (Romay et ál., 2010).

La mayor frecuencia de palmas enfermas (19%) que fueron inoculadas con insectos alimentados en plantas afectadas por la ML, frente a las plantas que se inocularon con insectos alimentados en plantas sanas (6%), permite concluir que el Cixiidae *M. crudus* es el insecto vector del agente causante de la Marchitez letal (ML) de la palma de aceite. Este reconocimiento facilitará los trabajos futuros de identificación del patógeno asociado a esta enfermedad, pues estos resultados aún no permiten identificar cuál es el organismo patógeno que está causando la enfermedad.

En estos resultados se apreció que fue posible transmitir con un solo insecto el agente causante de la ML, en este caso hembras y, cómo a medida que aumentó el período de incubación en el insecto se encontraron períodos de incubación aparentemente

más cortos en la palma infectada. Resultados similares han sido registrados por Nasu y colaboradores (1979) y Kirkpatrick y colaboradores (1987), Mehta y colaboradores (1994), Cohen y Nitzany (1966) y Romay y colaboradores (2010), con otras enfermedades y con diferentes vectores.

Al usar la fórmula descrita en materiales y métodos para estimar la proporción de insectos vectores se estableció que en promedio un insecto, de cada 32 alimentados en plantas afectadas por la ML, tuvo la capacidad de transmitir el patógeno responsable de la enfermedad. De las 22 palmas en las cuales se reprodujeron los síntomas de la ML, siete correspondieron al mes de junio y en estas, la proporción de insectos vectores fue uno de cada 28. Para este caso, la relación hembra - macho fue de 4:1 por jaula. Cuatro casos de la ML reportados en las inoculaciones realizadas en julio, mostraron que uno de cada 49 individuos transmitió el



Tabla 5. Palmas del tratamiento I que presentaron síntomas de Marchitez letal

Palma	Rotación	Fecha de inoculación	Hembras	Machos	Total	Fecha detección síntomas	Días después	Meses después
P1	5	21 de Junio	1		1	4 de Febrero de 2011	228	7,60
P2	1	17 de Junio	4	2	6	14 de Enero de 2011	211	7,03
P3	4	2 de Agosto	7	4	11	25 de Febrero de 2011	207	6,90
P4	4	18 de Julio	1		1	4 de Febrero de 2011	201	6,70
P5	6	24 de Junio	1		1	6 de Enero de 2011	196	6,53
P6	2	12 de Julio	6	4	10	21 de Enero de 2011	193	6,43
P7	8	23 de Agosto	5	3	8	25 de Febrero de 2011	186	6,20
P8	3	21 de Julio	2	6	8	21 de Enero de 2011	184	6,13
P9	1	9 de Junio	5		5	9 de Diciembre de 2010	183	6,10
P10	2	9 de Agosto	5	7	12	4 de Febrero de 2011	179	5,97
P11	4	2 de Agosto	1	2	3	14 de Enero de 2011	165	5,50
P12	1	9 de Junio	6	1	7	18 de Noviembre de 2010	162	5,40
P13	2	6 de Agosto	4	3	7	6 de Enero de 2011	153	5,10
P14	2	6 de Agosto	5	5	10	6 de Enero de 2011	153	5,10
P15	9	23 de Agosto	3	1	4	21 de Enero de 2011	151	5,03
P16	5	17 de Agosto	4	2	6	14 de Enero de 2011	150	5,00
P17	1	09 de Junio	2	3	5	2 de Noviembre de 2010	146	4,87
P18	3	16 de Junio	5		5	2 de Noviembre de 2010	139	4,63
P19	3	23 de Agosto	5	4	9	6 de Enero de 2011	136	4,53
P20	3	09 de Agosto	6	3	9	9 de Diciembre de 2010	122	4,07
P21	4	13 de Agosto	4	2	6	9 de Diciembre de 2010	118	3,93
P22	1	09 de Julio	7	4	11	21 de Octubre de 2010	104	3,47
						<b>Promedio</b>	167	5,55

patógeno, con una relación hembra - macho de 1:1. Las restantes 11 plantas que manifestaron síntomas asociados a la ML correspondieron a inoculaciones desarrolladas en el mes de agosto, para este mes la relación de insectos fue uno de cada 25, siendo esta la proporción más alta (Acá debería ser la más baja, según la tabla indicada) entre los tres meses de evaluación, con una relación hembra – macho de 1:1. (Tabla 6).

Tabla 6. Proporción de insectos vectores y relación hembra - macho para las palmas en las que se reprodujeron síntomas de la Marchitez letal durante cada mes

Inoculación	Palmas enfermas	P	Relación H-M
Junio	7	1 : 28	4 : 1
Julio	4	1 : 49	1 : 1
Agosto	11	1 : 25	1 : 1

P: proporción de insectos vectores

## Conclusiones

Se logró transmitir el agente causante de la ML de plantas enfermas a plantas sanas a través de adultos de *M. crudus*, empleando períodos de adquisición de 2,7; de incubación en el insecto de 5,6 y transmisión de 2,6 días.

Se encontró un período promedio de incubación del patógeno responsable de la ML, de 167 días (5,6 meses) en las plantas sanas inoculadas e infectadas. Este fue similar a los 155 días obtenidos por Mena y Martínez (1977) con el agente causante de la marchitez que se presentó en Oleaginosas Risaralda Norte de Santander.

El período de incubación en la palma estuvo influenciado por el tiempo de incubación del patógeno en los insectos y por la relación entre hembras y machos al interior de los recipientes. Los resultados

sugieren que las hembras adultas de *M. crudus* son transmisoras más eficientes que los machos, sin embargo, esta observación deberá ser confirmada en nuevas investigaciones.

La proporción de palmas que manifestaron síntomas de la ML fue 3,2 veces mayor en las inoculadas con insectos expuestos a palmas enfermas que con los expuestos a palmas aparentemente sanas. Las condiciones experimentales usadas explican el porqué de los casos positivos en el tratamiento control.

El conocimiento del vector involucrado en la diseminación del patógeno causante de la ML, permitirá optimizar las estrategias de manejo de la enfermedad, especialmente aquellas orientadas hacia el control directo del insecto vector o sus plantas hospederas.

Estos resultados fortalecen los obtenidos por Arango y colaboradores (2011), quienes encontraron que las aplicaciones de insecticidas más herbicidas redujeron significativamente la incidencia de la enfermedad. De esta manera el control de la

vegetación acompañante, en especial de gramíneas y ciperáceas, se convierte en una práctica indispensable al interior y en los bordes de las plantaciones, porque estas especies favorecen el desarrollo de los estados inmaduros del vector *M. crudus*.

## Agradecimientos

Los autores expresan sus más sinceros agradecimientos a todo el personal de las plantaciones Palmar de Oriente S.A; Palmas de Casanare y Palmeras Santana Ltda., en especial a sus Gerentes, Directores de plantación y personal de Sanidad Vegetal.

También al Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural por la financiación parcial de esta investigación.

Agradecemos al tecnólogo Alexander Calderón de Cenipalma, por su apoyo y colaboración durante la investigación.

De igual forma estos agradecimientos son extensivos a Fedepalma, Fondo de Fomento Palmero y a la Corporación Centro de Investigación en Palma de Aceite (Cenipalma) por su apoyo en este proyecto.



## Bibliografía

- Ammar, E.D. 1994. Propagative transmission of plant and animal viruses by insects: Factors affecting vector specificity and competence. *Advances Disease Vector Research* 10:289-331.
- Arango, M.; Sierra, L.J; Aldana, R; Martínez, G. 2011. Efecto de la aplicación de insecticidas y herbicidas en el desarrollo de la Marchitez letal (ML) de la palma de aceite en el Bajo Upía, Casanare, Colombia. *Palmas* 32 (1):11-24.
- Arango, M. 2010. Descripción de síntomas característicos de la marchitez letal. Memorias Taller internacional de manejo de la Marchitez letal (ML). Villavicencio. Marzo 3-4 de 2010.
- Arango, M.; Pineda, B; Martínez, G; Villegas, B. 2011. Consideraciones epidemiológicas y etiológicas de la Marchitez sorpresiva en palma de aceite en la Zona Norte de Colombia. *Palmas* 32 (1): 35-44
- Camargo, E.P. 1999. *Phytomonas* and other Trypanosomatid parasites of plants and fruit. *Advances Parasitology*. 42: 29-112.
- Camargo, E.P.; Wallace, F.G. 1994. Vectors of plant parasites of the genus *Phytomonas*. *Advances Disease Vector Resesearch*. 10: 333-359.
- Campbell, C.L.; Madden, L.B. 1990. Introduction to plant disease epidemiology. *Monitoring epidemics: pathogen*. p.75-105. John Wiley y Sons, Inc.
- Corporación Centro de Investigación de la Palma de Aceite (CENIPALMA). 2010. Informe de labores 2009. p. 26.
- Corporación Centro de Investigación de la Palma de Aceite (CENIPALMA). 1998. *Phytomonas*: tripanosomas asociados a la Marchitez sorpresiva. *En: Ceniavances*, N° 65.
- Cohen, S; Nitzany, F.E. 1966. Transmission and host range of the Tomato yellow leaf curl virus. *Phytopathology*. 56: 1127- 1131.
- Coodinadora de Manejo Sanitario. 2010. Memorias Taller Internacional de Manejo de la Marchitez letal (ML). Villavicencio. Marzo 3-4 de 2010.
- Dollet, M; López, G. 1978. Etude sur L'association de protozoaires flagelles a la Marchitez Sorpresiva du palmies Huile an Amérique du Sud. *Oléagineus* 33(5): 209-217.



- Dollet, M. 1998. Tropical and subtropical agriculture, programme. CIRAD-CP- Unité de Recherche Commune Virologie (URCOVIR) Laboratoire.
- Flecher, J.; Wayandande, A.; Melcher, U.; Y.E, F. 1998. The phytopathogenic mollicute-insect vector interface: A closer look. *Phytopathology* 88: 1351-1358.
- Genty, P. 1973. Observations preliminaires du lépidoptere mineur des raciness du palmier a huile, *Sagalassa valida* Walker. *Oleagineux* 28(2): 59-66.
- Genty, P. 1981. Entomological research on the oil palm in Latin America. *Oil Palm News*. 25: 17-23.
- Harris, K.F. 1981. Arthropod and nematode vectors of plant viruses. *Annual Review Phytopathology* 19: 391-426.
- Howard, F.; Norris, R.; Thomas, D. 1983. Evidence of transmission of palm lethal yellowing agent by planthopper *Myndus crudus* (Homoptera: Cixiidae). *Tropical Agriculture*. Trinidad. 60(3): 168-171.
- Howard, F.; Gallo, S. 2006. El cixiido Americano de las palmas, *Myndus crudus* Van Duzee (Insecta: Hemiptera: Auchenorrhyncha: Fulgoroidea: Cixiidae). University of Florida-IFAS.
- Kirkpatrick, B.C.; Stenger, D.C.; Morris, T.J.; Purcell, A.H. 1987. Cloning and detection of DNA from a monoculturable plant pathogenic mycoplasma-like organism. *Science* 238: 170-200.
- Lopez, G.; Genty, P.; Ollaigner, M. 1975. Controle preventif de la Marchitez sorpresiva de *Elaeis guineensis* en Amerique Latine. *Oleagineux* 30(6): 243-250.
- Martínez, G. 1985. Observaciones sobre distintos casos de Marchitez de la palma africana en Colombia. *Palmas* 6 (3): 65-67.
- Martínez, G., Mena, E.; Cardona, C. 1976. Control de la Marchitez sorpresiva de la palma africana. En: Resúmenes II Congreso Ascolfi. Bogotá, 1-3 septiembre, 1976. p. 32.
- Mena, E.; Cardona, C.; Martínez, G.; Jiménez, O. D. 1975. Efecto del uso de insecticidas y control de malezas en la incidencia de la Marchitez sorpresiva de la palma africana (*Elaeis guineensis* Jacq.). *Revista Colombiana de Entomología* 1 (1): 9-14.
- Mena, E.; Martínez, G. 1977. Identificación del insecto vector de la Marchitez sorpresiva de la palma africana *Elaeis guineensis*, Jacq. *Revista Fitopatología Colombiana* 6 (1): 2-14.
- Mehta, P.; Wyman, J.A.; Nakhla, M.K; Maxwell, D.P. 1994. Transmission of Tomato yellow leaf curl geminivirus by *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae). *J. Economic Entomology* 87:1291-1297.
- Mccooy, R.E.; Martínez, G. 1982. *Phytomonas staheli* associated with coconut and oil palm diseases in Colombia. *Plant Disease* 66 (8): 675-677.
- Mitchell, P.A. 2004. Heteroptera as Vectors of Plant Pathogens. *Neotropical Entomology* 33(5):519-545.
- Nasu, S.; Jgensen, D.; Richardson, J. 1970. Electron microscopy of mycoplasma-like bodies associated with insect and plant hosts of peach western X-disease. *Virology* 41: 585-595.
- Nault, L.R. 1997. Arthropod transmission of plant viruses: A new synthesis. *Annual Entomology Society America* 90: 521-541.
- Parthasarathy, M.V.; van Slobe, W.G.; Soudant, C. 1976. Trypanosomatid flagellate in the phloem of diseased coconut palm. *Science* 192:1346-1348.
- Phytoplasma-vector.com. 2004. <http://www.phytoplasma-vector.com/index.htm>.
- Pineda, B.; Martínez, G. 1974. Estudio sobre algunas de las relaciones entre el virus del rayado colombiano del maíz, su vector y la variedad ICA V-504. Tesis M.Sc. Universidad Nacional-Instituto Colombiano Agropecuario. Bogotá. 110 p.
- Rico, L.M.; Martínez, G. 1977. Efecto de la temperatura sobre la incubación del virus del rayado colombiano del maíz en la planta y el vector. *Revista ICA*. 12(1): 13-25.
- Romay, G.; Pouey, F.G.; Chirinos, D.T; Morales, F.; Herrera, E.; Fernández, C.; Martínez, A. 2010. Transmisión del tomate Venezuela Virus por *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Hemiptera: Aleyrodidae), en Maracaibo, Venezuela. *Neotropical Entomology* 39(2):266-274.
- Sánchez, P. 1973. Dos enfermedades de importancia económica que afectan la palma de aceite en Colombia. *Palmira*: ICA. p.9.
- Sierra, L.J.; Arango, M.; Aldana, R.; Martínez G. 2011. Evaluación de la dosis comercial de insecticidas para el control de adultos de *Myndus crudus* (Hemiptera: Cixiidae) posible vector de la Marchitez letal de la palma de aceite en el Bajo Upía, Casanare, Colombia. *Palmas* 32 (1): 25-32.
- Sforza, R.; Boudon-Padieu, E.; Greif, C. 2003. New mealybug species vectoring grapevine leafroll-associated viruses-1 and -3 (GLRaV-1 and -3). *Plant Pathology*. 109: 975-981.
- Tsai, J. 1977. Attempts to transmit lethal yellowing of coconut palms by the planthopper *Haplaxius crudus*. *Plant Disease Reporter* 61: 304-307.
- Tsai, C.; Rowhani, A.; Golino, D.; Daane, K.; Almeida, R. 2010. Mealybug transmission of grapevine leafroll viruses: an analysis of virus-vector specificity. *Phytopathology*. 100: 830-834.
- Torres, E.; Tovar, J. 2004. Estudio epidemiológico de la enfermedad marchitez letal de la palma de aceite en plantaciones de Villanueva Casanare. *Palmas* 25 (No. Especial. Tomo II): 210-211.
- Truol, G. A.; Usugi, T.; Hirao, J.; Arneodo, J. D.; Giménez Pecci, M. P.; Laguna, I. G. 2001. Transmisión experimental del virus del mal de Río Cuarto por *Delphacodes kuscheli*. *Fitopatologia Brasileira* 26:39-44. 2001.
- Valderrama, A.; Velásquez, A; Fernández, O. 2002. Infección del virus del rizado de las hojas del tomate (ToLCV-Pan) por *Bemisia tabaci* en Panamá. *Manejo Integrado de Plagas y Agroecología*. 64: 67-71.
- Weintraub, P.G.; Beanland, L. 2005. Insect vectors of phytoplasmas. *Annual Review of Entomology* 51(1):91-111.
- Zenner, I., López, A. 1977. Apuntes sobre la biología y hábitos de *Haplaxius pallidus* transmisor de la Marchitez sorpresiva en palma africana. *Revista Colombiana de Entomología* 3(2):49-62.