

## Transmisión de la enfermedad marchitez sorpresiva en palma aceitera por *Lincus curvatus* Campos & Roell y *Macropygium reticulare* Fabricius (Hemiptera: Pentatomidae)

Transmission of the sudden wilt disease in the O x G oil palm (*Elaeis oleifera* × *Elaeis guineensis*) by the bugs *Lincus Curvatus* Campos & Roell and *Macropygium reticulare* F. (Hemiptera: Pentatomidae)

René Asipuela-Haro<sup>1✉</sup>, Ángel Torres<sup>2</sup>, María A. Martínez Rivero<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Jefe del Departamento de Sanidad Vegetal, Plantación Palmar del Río. El Coca, Ecuador.

<sup>2</sup> Supervisor del Departamento de Sanidad Vegetal, Plantación Palmar del Río. El Coca, Ecuador.

<sup>3</sup> Centro Nacional de Sanidad Agropecuaria (CENSA), Apartado 10, San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba.

**RESUMEN:** En Ecuador, provincia Orellana, se estudió el comportamiento de *Lincus curvatus* Campos & Roell y *Macropygium reticulare* Fabricius como posibles vectores de la enfermedad Marchitez sorpresiva en cultivos híbridos de palma aceitera (*Elaeis oleifera* × *Elaeis guineensis*). Se determinó el sitio de hospedaje de ambos insectos, los portadores de flagelados, así como la transmisión de la enfermedad con *L. curvatus* en cultivos de 26 meses y con *M. reticulare* en cultivos de cuatro y ocho años. Se compararon los valores mediante un análisis de comparación múltiple de proporciones empleando el software CompaproWin 2.0. Se recolectaron 1025 especímenes, donde el 76,98 % correspondió a *L. curvatus* y el 23,02 % a *M. reticulare*. De los ejemplares de *L. curvatus*, el 80,48 % se halló en el pedúnculo de las inflorescencias y el 19,52 % en las entrelíneas del cultivo; el 100 % de *M. reticulare* se halló solamente en las entrelíneas del cultivo. Se confirmó que el 83,40 % de las poblaciones de *L. curvatus* y el 59,75 % de *M. reticulare* portaban flagelados (Familia: Tripanosomatidae). Se confirmó también la transmisión de la enfermedad mediante ambas especies. Con *L. curvatus*, los síntomas se reprodujeron en el 70,8 % de las plantas evaluadas con el primer caso encontrado a los 27 días de haber depositado los insectos en el pedúnculo. Con *M. reticulare*, los síntomas se reprodujeron en el 25,0 % en palmas de cuatro años y en el 16,67 % en cultivos de ocho años después de los 140 y 144 días, respectivamente, de haberse depositado los insectos en las raíces

**Palabras clave:** *Elaeis guineensis*, *Elaeis oleifera*, Insecto vector, *Lincus*, *Macropygium*, marchitez sorpresiva, *Phytomonas*.

**ABSTRACT:** The behavior of *Lincus curvatus* Campos & Roell and *Macropygium reticulare* (Fabricius) as possible vectors of the disease known as sudden wilt in the oil palm hybrid (*Elaeis oleifera* × *Elaeis guineensis*) was studied in the province of Orellana, Ecuador. The hosting site of both insects and those carrying flagellates were determined. Disease transmission with *L. curvatus* in 26-month-old crops and with *M. reticulare* in 4- and 8- year- old crops was also determined. The values within these determinations were compared by a multiple comparison analysis of

✉ Autor para correspondencia: René Asipuela-Haro. E-mail: [rasipuela@palmardelrio.com](mailto:rasipuela@palmardelrio.com)

Recibido: 1/7/2016

Aceptado: 21/9/2017

proportions using the software Compapro Win 2.0. Of 1025 specimens collected, 76.98 % corresponded to *L. curvatus* and 23.02 % to *M. reticulare*. Of the specimens of *L. curvatus*, 80.48 % was found on the inflorescence peduncles and 19.52 % in the crop interlines; 100 % of *M. reticulare* was found only in the crop interlines. It was confirmed that 83.40 % of *Lincus* sp. n. and 59.75 % of *M. reticulare* populations carried flagellates (Family: Tripanosomatidae). The disease transmission by both species was confirmed. With *L. curvatus* the symptoms were reproduced on 70.8 % of the plants evaluated, with the first case reported 27 days after the insects were deposited on the peduncle. With *M. reticulare*, the symptoms were reproduced in 25.0 % of the 4 year and in 16.67 % of the 8 year palms after 140 and 144 days, respectively, of being deposited the insects on the roots.

**Key words:** *Elaeis oleifera*, *Elaeis guineensis*, Vector insect, *Lincus*, *Macropygium*, Sudden wilt, *Phytomonas*.

## INTRODUCCIÓN

En Sur y Centro América, la Marchitez sorpresiva constituye una de las enfermedades de primer orden con carácter letal en el cultivo de palma aceitera. En Ecuador, la enfermedad está afectando los materiales tradicionales *Guineensis* y los híbridos interespecíficos O × G (*Elaeis oleifera* HBK Cortés × *Elaeis guineensis* Jacq.) (1).

El agente causal de la enfermedad está identificado como un flagelado protozoario de la familia Tripanosomatidae: *Phytomonas staheli* McGhee & McGhee (2), que infecta el floema de las plantas de la familia Arecaceae, y que, en *Cocos nucifera* Linneo, causa la enfermedad conocida como Hartrot (3). En zonas endémicas y no endémicas, este protozoario fue aislado del tronco de palmas *E. guineensis* enfermas (4).

Este protozoario se aisló, por primera vez, a partir del látex de *Euphorbia pilulifer* Jacq por Lafont en 1909 (5); desde entonces, la familia Euphorbiaceae se consideró reservorio de *Phytomonas*, posteriormente, se logró aislar *P. staheli* a partir del látex de *Euphorbia hyssopifolia* L., *Euphorbia characias* L. y *Euphorbia pinea* L. (6).

Los estudios de plantas asociadas al cultivo de palma aceitera, informaron la presencia de la familia Euphorbiaceae con 12 especies (7), es decir, que los cultivos se hallan rodeados de especies vegetales reservorios de *P. staheli*, los

que se hallan a la espera de un insecto vector para continuar su ciclo de vida heteroxenico en invertebrados y plantas o invertebrados y vertebrados (8). Se informa que el género *Lincus* es vector de este protozoario (9, 10) y las especies involucradas en la transmisión son: *Lincus croupius* Rolston, *Lincus apollo* Dolling, *Lincus dentiger* Breddin y *Lincus lethifer* Dolling (11). Otra especie sospechosa es *Macropygium reticulare* Fabricius., pero no se notifica la reproducción de los síntomas de la enfermedad, aunque se le relaciona debido a que se observaron agujereando raíces adventicias de la palma aceitera (12).

Para Ecuador y la región neotropical, se informa por primera vez sobre la existencia de *Lincus curvatus* Campos & Roell, recolectado en las entrelíneas y pedúnculos de palmas enfermas (13). Reproducir los síntomas de la enfermedad Marchitez sorpresiva en palmas híbridas, a través de *L. curvatus*. y *M. reticulare*, fue el objetivo del presente trabajo.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se desarrolló en la región amazónica ecuatoriana, provincia Orellana, en la plantación Palmar del Río (S0 17.169 W 77 06.102). El promedio anual de precipitación es de 3250 mm, con picos en los meses de diciembre a mayo y periodos ligeramente secos entre julio a septiembre, la humedad relativa promedio es de 89 % y la temperatura media 25,5 ° C.

### Sitios preferenciales de hospedaje

Para definir el sitio preferencial de hospedaje de *L. curvatus* y *M. reticulare*, se seleccionaron cultivos de 26 meses de edad, los que se clasificaron según cuatro índices de mortalidad mensual en: Inicial (0,00 a 0,09%), Bajo (0,10 a 0,21%), Medio (0,22 a 0,66%) y Alto (0,67 a 1,12%).

En cada índice se escogieron 16 palmas enfermas, para un total de 64 palmas en las que se recolectaron los insectos y contaron los hospedados, tanto en la corona de racimos como en las plantas de las entrelíneas del cultivo, del primer sitio se extrajeron los racimos, se disectaron y se procedió con la captura (14); en el segundo sitio, se tomó como referencia la palma enferma y se exploraron las entrelíneas y se procedió con la recolección de los insectos.

Los insectos capturados se separaron por géneros y se mantuvieron vivos en envases de cristal para la siguiente fase de estudio. Se registró la cantidad de individuos por cada género y el sitio de recolección.

### Población portadora de flagelados

La población de portadores de flagelados se determinó a partir de los insectos capturados. En condiciones de laboratorio, los ejemplares se trituraron de forma individual, siguiendo la metodología de Thomas y McCoy (15), se preparó una placa mediante un frotis y se procedió a la tinción con Lugol al 2% y a la observación en un microscopio a 40x. Se registró la cantidad de insectos que dieron positivos y negativos para flagelados.

Según los índices de mortalidad, se compararon los cuatro grupos definidos en cuanto al porcentaje de población portadora y no portadora de flagelados presentes en cada sitio de hospedaje. Para el análisis se empleó la comparación múltiple de proporciones, mediante el software Comprowin 2.0 (16).

### Reproducción de la enfermedad en palmas sanas

Una nueva recolección de insectos se efectuó en palmas enfermas, con el objetivo de hospedarlos en palmas sanas para reproducir los síntomas de la enfermedad. Para garantizar la transmisión del agente causal, de la muestra total se extrajo una submuestra equivalente al 10% de la población total; en laboratorio se procedió con la trituración, la tinción y la observación a 40x, según la metodología de Thomas y McCoy (15).

Los insectos restantes se sometieron a pruebas de sobrevivencia, se clasificaron por sexo y se depositaron en cajas Petri; se mantuvieron en estas cajas durante siete días con agua y alimento. Los insectos muertos y enfermos se reemplazaron. Luego de la etapa de sobrevivencia, se trasladaron a campo y se dispusieron en las palmas libres de flagelados e insectos para lo cual, mediante una extracción de savia, se descartó la presencia de flagelados en las plantas seleccionadas; mediante la revisión de las inflorescencias y entrelíneas se confirmó la ausencia de estos insectos.

La reproducción de la enfermedad con *L. curvatus* se realizó en palmas sanas, para ello se depositaron diez insectos adultos en las inflorescencias tiernas (cinco machos y cinco hembras) y, para evitar el escape de los insectos, las inflorescencias se enfundaron con una bolsa de papel incluyendo el pedúnculo. En total se seleccionaron 24 palmas sanas y se emplearon 240 insectos adultos.

La reproducción con *M. reticulare* se ejecutó en palmas sanas, para lo cual se seleccionaron raíces tiernas y expuestas, las que se introdujeron en los envases plásticos a través de las perforaciones realizadas en cada envase y se depositaron diez insectos adultos; las bocas de estos envases se sellaron con las tapas correspondientes para evitar el escape de los insectos. Con esta especie se realizaron dos

experimentos, donde se evaluó la tolerancia a la enfermedad según la edad de cultivo; el primero sobre ocho palmas en cultivos de cuatro años, el segundo sobre 12 palmas en cultivos de ocho años. En total se emplearon 80 y 120 insectos, respectivamente.

Durante todo el estudio, las palmas recibieron el manejo agronómico estándar y el seguimiento respectivo hasta la aparición de los primeros síntomas. Se compararon las cantidades de palmas que reprodujeron los síntomas de la enfermedad Marchitez sorpresiva mediante un análisis de comparación múltiple de proporciones, empleando el software CompaproWin 2.0 (16).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la primera recolección se capturaron 1025 insectos, de estos el 76,98 % correspondió a *L. curvatus* y el 23,02 % a *M. reticulare*.

### *L. curvatus*

#### Sitios preferenciales de hospedaje

Existen diferencias significativas entre los sitios de hospedaje (Tabla 1). Los cultivos con mortalidad alta y media presentaron las mayores poblaciones de insectos hospedados en el pedúnculo, posiblemente debido a que en este órgano se aglutina la mayor concentración de nutrientes para la formación de los racimos (17) y el insecto aprovecha para alimentarse y, a la vez, infecta la planta; mientras que los cultivos con mortalidad baja e inicial presentaron las mayores poblaciones de insectos en las entrelíneas, estos sitios le ofrecen al insecto un ambiente ideal para su desarrollo, similar a las requeridas por *Lincus spurcus*, que prefiere bosques húmedos y sombríos para su sobrevivencia (14).

En los lotes con altos índices de mortalidad, el control del vector deberá dirigirse a las inflorescencias y racimos, a través de aplicaciones biológicas o químicas (18); mientras que en los lotes con bajos índices de mortalidad, el control debe ser dirigido a las entrelíneas del cultivo, para impedir que el

vector migre al pedúnculo. Varios autores sugieren para el control de estos insectos las aplicaciones biológicas antes que las químicas (19,20) para evitar destruir los enemigos naturales del vector y de otras plagas.

#### Población portadora de flagelados

Las poblaciones de insectos portadores de flagelados que se recolectaron en el pedúnculo presentaron diferencias significativas, los portadores se encuentran entre el 50 % y 96 %, en proporción con el índice de mortalidad (Tabla 2), un porcentaje acorde a lo informado en otra investigación (21). El amplio rango de portadores puede estar en dependencia de la densidad y el tipo de vegetación circundante al cultivo, las altas densidades de vegetación atraerán los insectos y es probable que algunos insectos eviten las entrelíneas y migren directamente al pedúnculo de las palmas sanas, donde desarrollan su ciclo de vida libres de flagelados (14), mientras que los insectos que desarrollan su ciclo en las entrelíneas son más propensos a contraer flagelados, debido a la presencia de especies vegetales que se consideran reservorios naturales del flagelado Tripanosomatidae (6).

Se registró el 83,40 % de los insectos recolectados como portadores de flagelados, los que fueron contraídos durante su etapa de vida (22) de las Laticíferas como *Apocynaceae*, *Asclepiadaceae*, además en las *Euphorbiaceae*, *Solanaceae*, *Urticaceae*, *Cecropiaceae* y *Musaceae* que comúnmente circundan las palmas (1).

Las poblaciones de los insectos portadores de flagelados hallados en entrelíneas no presentaron diferencias significativas; esto puede estar dado a que los insectos, en este sitio, tienen un mayor contacto con variadas especies vegetales de la familia *Euphorbiaceae*, consideradas reservorios de flagelados, como *Chamaesyce hypericifolia* L., *Euphorbia heterophylla* L. y *Chamaesyce hirta* L. (1,2); de esta manera los insectos tienen mayor probabilidad para adquirir el flagelado durante el proceso de alimentación.



## ***M. reticulare***

### **Sitios preferenciales de hospedaje**

En su totalidad, este género se recolectó en las entrelíneas del cultivo. En la cobertura vegetal sembrada (*Pueraria* sp.) y en las malezas circundantes, no se hallaron hospedados sobre pedúnculos de palmas enfermas (Tabla 2); contrario a lo descrito por otros autores, quienes recolectaron especímenes en palmas enfermas (10) y en inflorescencias de cocoteros (23). Esto puede deberse a que cada comunidad de insectos evoluciona en dependencia de la disponibilidad de recursos en el hábitat; es decir, que la dinámica poblacional y hábitos de hospedaje es distinta en cada región (24).

### **Población portadora de flagelados**

Las poblaciones de insectos portadores de flagelados, que se hallaron hospedados en las entrelíneas, no presentaron diferencias significativas y los índices de mortalidad no tuvieron efecto sobre los porcentajes de portadores (Tabla 2); esto puede estar dado por la escasa diversidad de especies vegetales en las entrelíneas evaluadas, o posiblemente la dieta preferencial de este género no incluye una amplia variedad de especies vegetales, por lo que la probabilidad de adquirir el flagelado es menor.

### **Reproducción de la enfermedad en palmas sanas**

En la segunda recolección de insectos se encontró que el 92,7 % de *L. curvatus* y el 78,9 % de *M. reticulare* fueron portadores de flagelados, lo que garantizó la transmisión de la enfermedad.

#### ***L. curvatus***

Se reprodujo la enfermedad sobre cultivos híbridos; los síntomas de la enfermedad se presentaron en el 70,8 % de las 24 palmas evaluadas. La primera reproducción se observó a los 27 días y el último a los 129 días, mientras

que en los reportes de otros autores, luego de enjaular insectos en palmas sanas, reprodujeron los síntomas entre los cuatro a seis meses (12).

En este estudio, los primeros síntomas se observaron en menor tiempo a lo informado por otros autores, lo que pudiera estar relacionado con la edad biológica y la resistencia genética de las palmas híbridas (25). Las condiciones climáticas también modulan los tiempos de mortalidad; es común en esta región que los casos de la enfermedad se incrementen en los meses secos y calurosos, contrario a los meses húmedos y lluviosos.

La muerte de las palmas, posterior a la manifestación de los primeros síntomas, estuvo entre los 15 a 36 días; mientras que en otra investigación se informó que ocurrió posterior a los cinco y ocho meses (21), lo que puede estar influenciado por la especie del género *Phytomonas* presente en cada región.

Posterior a la aparición de los síntomas, al extraer la savia de los pedúnculos florales y observarla al microscopio, se comprobó la presencia de flagelados en el 100 % de las palmas con síntomas de la enfermedad. Los síntomas fueron similares a los descritos en *Guineensis*, tales como pudriciones en los racimos, raíces, paquete de flechas, así como el secamiento ascendente del tercio inferior de la planta (26).

#### ***M. reticulare***

En palmas de cuatro años (Tabla 3) se logró reproducir los síntomas en el 25 % de las ocho palmas evaluadas, las cuales se expresaron a partir de los 140 días hasta los 146 días; en palmas de ocho años de edad se reprodujeron los síntomas en el 16,67 % de las 12 palmas evaluadas, el primer caso se reportó a partir de los 144 días y el último a los 155 días; sin embargo, otros autores no lograron reproducir la enfermedad luego de más de un año de investigación con este género (12), así como que después de inyectar en palmas sanas suspensiones de flagelados extraídos de palmas enfermas, describen que a las 24 horas los

**TABLA 1.** Porcentaje de población portadora y no portadora de flagelados presentes en cada sitio de hospedaje de *Lincus curvatus* en la plantación Palmar del Río (S0 17.169 W 77 06.102), región amazónica de la Provincia Orellana en Ecuador. / Percentage of the *Lincus curvatus* population carrying or not flagellates on each of the hosting sites in Palmar del Rio plantation (S0 17.169 W 77 06.102) in the Amazonian región of Orellana Province, Ecuador

| Índices de Mortalidad | Población 5168 m <sup>2</sup> | Población Portadores | Sitio de Hospedaje |            | Portadores de Flagelados |            | Σ Portadores |
|-----------------------|-------------------------------|----------------------|--------------------|------------|--------------------------|------------|--------------|
|                       |                               |                      | Entrelíneas        | Pedúnculos | Entrelíneas              | Pedúnculos |              |
| 1. Alta               | 420                           | 391                  | 12,38% b           | 87,62% a   | 73,08% a                 | 95,92% a   | 93,10% a     |
| 2. Media              | 266                           | 189                  | 12,78% b           | 87,22% a   | 82,35% a                 | 69,40% b   | 71,05% b     |
| 3. Baja               | 91                            | 70                   | 65,93% a           | 34,07% b   | 85,00% a                 | 61,29% c   | 76,92% b     |
| 4. Inicial            | 12                            | 8                    | 66,67% a           | 33,33% b   | 75,00% a                 | 50,00% c   | 66,67% c     |
| Total                 | 789                           | 658                  | 19,52%             | 80,48%     | 79,87%                   | 84,25%     | 83,40%       |

Letras diferentes, en una misma columna, indican diferencia significativa ( $p \leq 0,05$ )

**TABLA 2.** Porcentaje de población portadora y no portadora de flagelados presentes en cada sitio de hospedaje de *M. reticulare* en la plantación Palmar del Río (S0 17.169 W 77 06.102), región amazónica de la Provincia Orellana en Ecuador. / Percentage of the *M. reticulare* population carrying or not flagellates on each of the hosting sites in Palmar del Rio plantation (S0 17.169 W 77 06.102) in the Amazonian región of Orellana Province, Ecuador.

| Índices de Mortalidad mensual | Población 5168 m <sup>2</sup> | Población Portadores | Sitio de Hospedaje |            | Portadores de Flagelados |            | Σ Portadores |
|-------------------------------|-------------------------------|----------------------|--------------------|------------|--------------------------|------------|--------------|
|                               |                               |                      | Entrelíneas        | Pedúnculos | Entrelíneas              | Pedúnculos |              |
| 1. Alta                       | 68                            | 45                   | 100%               | 0,0%       | 66% a                    | 0,0%       | 66,18%       |
| 2. Media                      | 74                            | 34                   | 100%               | 0,0%       | 46% a                    | 0,0%       | 45,95%       |
| 3. Baja                       | 72                            | 47                   | 100%               | 0,0%       | 65% a                    | 0,0%       | 65,28%       |
| 4. Inicial                    | 22                            | 15                   | 100%               | 0,0%       | 68% a                    | 0,0%       | 68,18%       |
| Total                         | 236                           | 141                  | 100%               | 0,0%       |                          | 0,0%       | 59,75%       |

Letras diferentes, en una misma columna, indican diferencia significativa ( $p \leq 0,05$ )

**TABLA 3.** Reproducción de síntomas de la enfermedad Marchitez sorpresiva y porcentaje de mortalidad en palma aceitera por *M. reticulare* en la plantación Palmar del Río (S0 17.169 W 77 06.102), región amazónica de la Provincia Orellana en Ecuador./ Reproduction of sudden wilt disease symptoms and mortality percentage in oil palm due to *M. reticulare* in Palmar del Río plantation (S0 17.169 W 77 06.102) in the Amazonian region of Orellana Province, Ecuador

| Edad de Palmas | N°. de Palmas Sanas | N°. Insectos infestados | N°. plantas con síntomas | % Mortalidad |
|----------------|---------------------|-------------------------|--------------------------|--------------|
| 4 Años         | 8                   | 80                      | 2                        | 25 a         |
| 8 Años         | 12                  | 120                     | 2                        | 16,67 b      |
| Total          | 20                  | 200                     | 4                        | 20           |

Letras diferentes, en una misma columna, indican diferencia significativa ( $p \leq 0,05$ )

flagelados se hallaron muertos y no se logró reproducir los síntomas (27).

Es probable que la metodología desarrollada para esta investigación sea favorable para la sobrevivencia del insecto vector, así como del flagelado. Es preciso destacar que el hospedaje fue obligado, lo que pudo influir notablemente en la transmisión del agente causal y, por ende, en la reproducción de los síntomas.

Estadísticamente se puede observar diferencias significativas entre los años evaluados; existe menor mortalidad en palmas de mayor edad, lo que pudiera estar asociada a algún tipo de tolerancia debido a la lignificación de sus tejidos (28), por donde circula el protozoo flagelado.

En el seguimiento de esta investigación se observó que, además de la reproducción de los síntomas, los insectos se alimentaron de las raíces menos lignificadas y se observaron apareamientos, posteriormente posturas y nuevas generaciones sobre las raíces.

### CONCLUSIONES

Se comprueba que las poblaciones de *L. curvatus* y *M. reticulare* son potenciales portadores de flagelados, aunque este último en menor porcentaje, difiriendo sustancialmente sus hábitos de hospedaje, donde *L. curvatus* prefiere las inflorescencias y las entrelíneas del cultivo, mientras que *M. reticulare* prefiere únicamente las entrelíneas y elige las malezas circundantes a la palma.

Se demuestra que, tanto *L. curvatus* y *M. reticulare*, son vectores de la enfermedad en palmas híbridas. Las inoculaciones de flagelados mediante insectos adultos hospedados en las inflorescencias y raíces, respectivamente, permitieron reproducir la enfermedad en mayor porcentaje con el género *Lincus*.

### REFERENCIAS

- Alvañil Á. Marchitez sorpresiva y Hartrot: una revisión. Revista Palmas. 1996;17(1):11-8.
- Porcel B. DF, Opperdoes., Noel B., Madoui M., Hammarton T., Field M., Da Silva C., Couloux A., Poulain J. The streamlined genome of *Phytomonas* spp. relative to human pathogenic kinetoplastids reveals a parasite tailored for plants. PLoS Genetics. 2014;10(2):e1004007.
- Magalhães MM, Miguens FC, Keller DG. Requerimento de hemina no crescimento de Tripanosomatídeos floemáticos. Confict. 2013;1:25.
- Keller DG, Miguens FC. *In vitro* cultivation and morphological characterization of phloemic Trypanosomatids isolated from coconut trees. Journal of Eukaryotic Microbiology. 2010;57(1):87-93.
- Jaskowska E, Butler C, Preston G, Kelly S. *Phytomonas*: Trypanosomatids Adapted to

- Plant Environments. PLoS Pathogens. 2015;11(1):1-17.
6. Attias M, Roitman I, Camargo EP, Dollet M, De Souza W. Comparative analysis of the fine structure of four isolates of trypanosomatids of the genus *Phytomonas*. The Journal of Protozoology. 2007;35(3):365-70.
  7. Cantuca S, Quevedo E, Peña EA, Coral OC. Reconocimiento taxonómico de plantas asociadas con la palma de aceite (*Elaeis guineensis* Jacq.) en plantaciones de la zona de Tumaco. Revista Palmas. 2001;22(1):27-37.
  8. Da Silva Valentim J. Detecção e caracterização de peptidases em *Phytomonas* spp. Metodología de detección-IFRJ-Campus Realengo. 2016(1).
  9. Perthuis B, Desmier de Chenon R, Merland E. Evidencia del vector de marchitez sorpresiva de la palma de aceite: El insecto *Lincus lethifer*. Revista Palmas. 1986;7(4):35-7.
  10. Liceras L, Hidalgo, JL. *Lincus* sp. (Hem.: Pentatomidae), agente vector de la "marchitez subita" de la palma aceitera en el Perú. Rev Peruana Entomol. 1987;30:103-4.
  11. Louise C, Dollet M, Mariau D. Research into Hartrot of the coconut, a disease caused by *Phytomonas* (Trypanosomatidae), and into its vector *Lincus* sp. (Pentatomidae) in Guiana. Oléagineux. 1986;41(10):437-49.
  12. Genty P. Resultados preliminares sobre el papel del Pentatomidae del género *Lincus* en la transmisión de la marchitez de la palma en América Latina. Revista Palmas. 1985;6(2):15-7.
  13. Campos L, Roell T. Description of four new species of Ochlerini from South America (Hemiptera: Pentatomidae: Discocephalinae). Zootaxa. 2017;4236(3):507-520.
  14. Couturier G, Kahn F. Notes on the insect fauna on two species of *Astrocaryum* (Palmae, Cocoeae, Bactridinae) in Peruvian Amazonia with emphasis on potential pests of cultivated palms. Bull Inst fr études Andines. 1992;21(2):715-26.
  15. Thomas D, McCoy R, Norris R, Espinoza A. Electron microscopy of flagellated protozoa associated with marchitez sorpresiva disease of African oil palm in Ecuador. Phytopathology. 1979;69(3):222-6.
  16. Duvergel Y, Miranda I. COMPAPROP: Sistema para comparación de proporciones múltiples. Rev Protección Veg. 2015;29(3):231.
  17. Colina A, Portillo E, Martínez J, Rodríguez Z, Mármol L, Moreno M. Efecto de la fertilización y época de aplicación sobre la producción de palma aceitera (*Elaeis guineensis*). Rev Fac Agron. 2014(1):107-18.
  18. Asipuela-Haro R, Guevara-Poma M, Ramírez HP, Martínez Rivero MA. Evaluación de hongos entomopatógenos como controladores biológicos de *Lincus* sp. (Hemiptera: Pentatomidae). Rev. Protección Veg. 2015;30:94.
  19. Resquín G, Garrido I, Quesada E. Combined use of entomopathogenic fungi and their extracts for the control of *Spodoptera littoralis* (Boisduval) (Lepidoptera: Noctuidae). Biological Control. 2016;92:101-10.
  20. García MAG, García SC, Gordillo JML, Martínez RFM. Hongos entomopatógenos como una alternativa en el control biológico. Kuxulkab'. 2015;15(27):25-9.
  21. Di Lucca AGT, Chipana T, Fernando E, Talledo Albújar MJ, Dávila Peralta W, Montoya Piedra YC, et al. Slow wilt: another form of Marchitez in oil palm associated with trypanosomatids in Peru. Tropical Plant Pathology. 2013;38(6):522-33.
  22. Dollet M, Jean J François. *Myndus* spp., (Fulgoromorpha, Cixiidae) public enemy number one of the coconut palm, Cocos



- nucifera. CIRAD - Symposia 2014(1):39-40.
23. Souza Ld, Silva AdB, Lins P, Muller A. Biología e criação massal de *Macropygium reticulare* (Heteroptera: Pentatomidae). Embrapa Amazonia Oriental. 1999;1(1):16.
24. Nanni AS, Magnano AL, Carpintero DL. Los Heteroptera (Insecta: Hemiptera) edáficos del INTA Delta del Paraná (partido de Campana, Buenos Aires): Variación espacial y temporal del elenco de las especies en distintos usos de la tierra. Revista del Museo Argentino de Ciencias Naturales. 2011;13(1):27-39.
25. Barba J, . Baquero Y,. Híbridos OxG obtenidos a partir de oleíferas Taisha Palmar del Río (PDR), Ecuador. Variedad-PDR (Taisha x Avros). Revista Palmas. 2013;34:315-25.
26. Rojas ET. Detección y manejo de la Marchitez sorpresiva (MS) en híbrido OxG. Revista Palmas. 2013;34(4):89-93.
27. Kastelein P, Segeren P, Alexander V. Investigations on the trypanosomatid flagellate associated with hartrot disease in coconut palms of Suriname. Surinaamse Landbouw. 1982;30(1):4-8.
28. Huber D, Wilhelm NS. The role of manganese in resistance to plant diseases. Manganese in soils and plants: Springer; 1988. p. 155-73.