

Evidencias circunstanciales de la asociación de especies de la familia *Tettigoniidae* con el desarrollo de lesiones iniciales de la Pudrición del cogollo de la Palma de aceite

Circumstantial Evidence for the Relation Between the *Tettigoniidae* Family And the Initial Development of Bud Rot Lesions in Oil Palm

AUTORES

**Gabriel A. Torres;
Greicy A. Sarria;
Francia Varón;
Gerardo Martínez.**

Programa de Investigación de la Pudrición del cogollo. Corporación Centro de Investigación en Palma de Aceite (Cenipalma).
Calle 20A N° 45A - 30, piso 4°.
A.A.252171. Bogotá, Colombia.
gerardom@cenipalma.org

Palabras CLAVE

Pudrición del cogollo, PC,
Palma de aceite, *Tettigoniidae*

Bud rot, PC (for its name in spanish),
Oil palm, *Tettigoniidae*.

Recibido: 27 octubre 2008
Aceptado: 5 noviembre 2008

Resumen

Dentro de las observaciones realizadas para la identificación de síntomas muy tempranos de la Pudrición del cogollo (PC), no solo en Colombia sino en algunas plantaciones de Ecuador y Perú, se logró identificar la asociación existente entre la presencia de posturas de individuos de la familia *Tettigoniidae* y el desarrollo de los estados tempranos de la PC, convirtiéndose hasta el momento en una evidencia circunstancial del papel de estos insectos en la diseminación de la enfermedad. A nivel de laboratorio fue posible mantener a los individuos eclosionados a partir de huevos recolectados en campo, hasta su estado adulto. En el presente trabajo se logró identificar especímenes de dos géneros de la familia *Tettigoniidae* pertenecientes a la subfamilia *Conocephalinae* y a los géneros *Neoconocephalus* y *Copophora*, respectivamente.

Summary

During the observation carried in order to identify early symptoms of the bud rot disease of the oil palm (PC, for its name in Spanish), not only in Colombia but also in Ecuador and Peru, it was possible to identify the association between the presence of eggs of specimens of the *Tettigoniidae* family in spear leaves with the very early symptoms of PC, becoming this situation in a circumstantial evidence of the roll of those insects in the spread process of the PC. In the laboratory it was possible to maintain the individuals emerged from field collected eggs, up to their adult stage. In this work it has been possible to identify specimens of two genera of the *Tettigoniidae* family in the *Cenocephalinae* subfamily: *Neoconocephalus* and *Copophora*.



Introducción

La PC de la Palma de aceite es una de las enfermedades más limitantes para el cultivo en la América tropical, siendo responsable de la desaparición de plantaciones en distintos países, debido a la incidencia y la severidad con que se ha presentado. Una de las principales excepciones es el desarrollo de la enfermedad en la Zona Oriental de Colombia (Llanos Orientales), y posiblemente en algunos países de Centroamérica, donde después de iniciada la infección se ha encontrado un alto porcentaje de las palmas recuperándose naturalmente o como resultado de Buenas Prácticas Agronómicas, y reiniciando su proceso productivo des-

Si a las palmas enfermas se les retira oportunamente el tejido afectado y se les aplica una mezcla de fungicidas, bactericidas e insecticidas, el tiempo del proceso de recuperación disminuye sustancialmente.

pués de varios meses y aun de años de haber sido afectadas. Si a las palmas enfermas se les retira oportunamente el tejido afectado y se les aplica una mezcla de fungicidas, bactericidas e insecticidas, el tiempo del proceso de recuperación disminuye sustancialmente (Salcedo, datos no publicados; Torres *et al.*, 2008).

Aunque la PC de la Palma de aceite está registrada desde hace más de 80 años en el África y en otros países productores en el mundo y más recientemente en el trópico americano, los numerosos estudios orientados a la identificación del agente causal no lograron reproducir los síntomas de la enfermedad con los microorganismos aislados (Bunting *et al.*, 1934, y Bull y Robertson, 1959, citados por Duff, 1963; Damatta, 1956, citado por van Hoof y Seinhorst, 1962; Donkersloot, 1955, citado por van Hoof y Seinhorst, 1962; Franqueville,

2001, 2003; Gómez *et al.*, 1995; Kowachich, 1952, citado por Duff, 1963; Malagutti, 1953, citado por van Hoof y Seinhorst, 1962; Ochoa y Bustamante, 1979; Torres y Martínez, 2007; Turner, 1970, citado por De Rojas y Ruíz, 1972, y Turner, 1981; van Hoof y Seinhorst, 1962; Wakefield, 1920, citado por Duff, 1963).

Recientemente, como resultado de las investigaciones adelantadas sobre la PC, especialmente en las zonas Central, Occidental y Oriental de Colombia, los investigadores de Cenipalma lograron aislar, cultivar, inocular, reaíslar y demostrar que una especie de *Phytophthora* es la responsable de iniciar el proceso que lleva a la PC de la Palma de aceite (Martínez *et al.*, 2008; Sarria *et al.*, 2008).

Paralelamente a todos los trabajos de identificación del agente causal de la enfermedad, se han estudiando las formas en que la enfermedad se esparce, generándose diversos trabajos realizados no solo en Colombia, sino especialmente en la zona Amazónica del Ecuador, sin que se haya podido demostrar el papel de algún artrópodo en su diseminación (Franqueville, 2001, 2003).

Como resultado de las investigaciones que ha venido adelantando Cenipalma sobre la PC y ante la gravedad de la enfermedad en muchas de las regiones palmeras, se ha podido identificar que los primeros estados de la enfermedad se inician en las flechas inmaduras que aún no han emergido y que se están desarrollando en ese cilindro de tejidos inmaduros que se encuentra por encima de la zona meristemática, pero por debajo de los tejidos que ya están expuestos a la luz solar o a los otros factores aeróbicos prevalentes en esa zona y que se identifica como el cogollo de la Palma de aceite (Martínez *et al.*, 2008; Sarria *et al.*, 2008; Torres *et al.*, 2008).

Estas lesiones se hacen visibles a medida que los tejidos afectados durante su desarrollo temprano en el cogollo van emergiendo y se convierten en flechas maduras y, posteriormente, en hojas bien desarrolladas (Martínez, 2008; Martínez *et al.*, 2008; Martínez y Torres, 2007; Martínez y Torres, 2008). Los trabajos adelantados con palmas de vivero y palmas recién transplantadas a sitio definitivo han sido un factor muy importante para adelantar estas observaciones y para facilitar el estudio de los posibles artrópodos involu-



crados en la diseminación del agente responsable de iniciar el proceso de infección.

Insectos como vectores de hongos

Algunos autores como Agrios (1980) sugieren que las enfermedades causadas por hongo y pseudohongos sobrepasan en número, severidad y diversidad a las causadas por otros patógenos como bacterias, fitoplasmas y virus. Sin embargo, la no obligatoriedad de estos microorganismos a ser transportados de una planta a otra por un insecto o un artrópodo, ha favorecido que no sean tenidos en cuenta como participantes activos en el proceso infeccioso.

Dentro de las formas más comunes de diseminación de hongos, autores como Agrios (1980) identifican al viento, al agua y a la lluvia como los mecanismos más eficientes, sin embargo, todos ratifican la participación de los insectos en el proceso de diseminación. Carter (1973, citado por Agrios, 1980) clasifica las relaciones hongos-insectos de siete formas: (1) Polinización; (2) Contaminación externa; (3) Contaminación interna; (4) Heridas realizadas para alimentación; (5) Heridas realizadas para oviposición; (6) Asociación simbiótica entre el hongo y el insecto, y (7) Desarrollo del hongo a partir de los exudados del insecto.

Distintas enfermedades fungosas como la del Olmo holandés, causada por *Ophiostoma ulmi*, son transmitidas por insectos. En Colombia, por ejemplo, se ha identificado que la llaga macana del cacao es transmitida de una planta enferma a una sana por *Xyleborus ferrugineus*, insecto perteneciente a la familia Scolytidae del orden Coleoptera; esta enfermedad es causada por el hongo *Ceratocystis fimbriata* (Vélez, 1997). Chenon (1975, citado por Agrios, 1980) menciona el papel indirecto que tienen los lepidópteros de la especie *Sufetula sunidesalis* en la diseminación de *Ganoderma* sp, pues aunque no se alimenta de palmas enfermas ni transmite el hongo, el daño que causa a las raíces sanas sirve de puerta de entrada al patógeno.

Insectos y la PC

Dentro de las muchas investigaciones realizadas sobre la PC se ha considerado permanentemente el carácter biótico de la enfermedad, además de sugerir, en los estudios epidemiológicos, en zonas de baja incidencia,

la participación de un agente vector que favorecía la dispersión. Algunos de los trabajos realizados son los de Buyek (1962), citado por Urueta (1975), quien relaciona los ataques del Piralido de la palma africana *Pimelephila ghesquire* (Tams) con el desarrollo de la PC en África.

Para Turner (1967), el complejo de la PC está relacionado con la invasión de patógenos que sobrevienen como consecuencia del ataque de insectos, especialmente *Oryctes* sp., Coleoptera: Scarabidae.

En Colombia, Urueta (1975) relacionó 30 especies de artrópodos, entre insectos y ácaros, con palmas enfermas, sin embargo, concluyó que muchos de éstos se alimentan de los tejidos en descomposición de las palmas en estado avanzado de la enfermedad, y algunos como *Herminodes insulsa*; *Cephaloleia* sp. *Rhynchophorus palmarum*, *Metamasius hemipterus sericeus* (Olivier), *Metamasius hemipterus carbonarius* (Chevrolet) y *Limnobaris calandriiformis* (Champion), pueden completar su ciclo de vida tanto en palmas sanas como en palmas afectadas y muertas por la enfermedad, por lo que sugirió incluir estos insectos dentro del grupo de los que deben ser estudiados para establecer si desempeñan algún papel importante en el desarrollo de la enfermedad. Además, indicó que de todos los insectos observados, únicamente *Cephaloleia vagelineata* puede ser relacionado con la enfermedad, ya que causa raspaduras en la flecha y cerca al cogollo. El área afectada se puede secar y, posteriormente, puede ser invadida por microorganismos que causen la pudrición.

El grupo francés de investigadores del IRHO sostenía la hipótesis de que en la Pudrición de flecha estaba involucrado un patógeno de tipo virus o viroide, insistiendo en que en su transmisión se veía involucrado un insecto vector. Entre los candidatos propuestos por los franceses estaban especies del orden Hemiptera, dentro de los que destacaban a *Myndus crudus* (Homoptera, Cixiidae), vector del amarillamiento letal en palmas de coco en la Florida y Jamaica, y diferentes tipos de Derbidae (Van Slobbe, 1988, citado por Villanueva, 1988).

Perthuis y sus colaboradores (1988) colectó y separó más de 260.000 Homópteros pertenecientes a más de 150 especies diferentes, liberándolos en 160 pal-

mas aceiteras, sin ningún resultado de transmisión; sin embargo, la no transmisión se atribuyó al largo periodo de incubación de la enfermedad.

Perthuis (1991) se dedicó a evaluar dos especies de *Molomea*, pertenecientes a la familia Cicadellidae, como posibles vectores del agente responsable de la PC.

En estudios en Brasil, hasta febrero de 1988 se habían encontrado 187 especies de Homópteros y 55 de Heterópteros, dentro de los cuales se consideraron 12 como las especies más sospechosas (Louise, citado por Villanueva, 1988).

En 1991, en Brasil, en Denpasa se habían identificado más de 400 Homópteros, considerando que en un ensayo realizado con Homópteros y Delphacidos habían logrado la transmisión (Wouter *et al.*, 1991). En ese mismo año, Jiménez (1991) registró en la región de Tumaco a *Oncometopia rubescens*, *Tiquadra* sp. y *Herminodes insulsa*, como fauna insectil acompañante de las flechas afectadas por PC.

Los trabajos realizados por Cenipalma hasta 1995 identificaban a *Imatidium neivai*, *Hololepta* sp., *Herminodes insulsa*, *Tiquadra* sp., y dos coleópteros sin identificar (larva plana y cilíndrica, respectivamente), como posibles responsables de la transmisión de la PC (Gómez, 1995; Gómez *et al.*, 1995).

Franqueville (2001, 2003), relacionando las investigaciones efectuadas por el Cirad sobre PC, destacó el registro de 400 especies de insectos como visitantes de las palmas, pertenecientes a las familias Cicadellidae, 56%; Membracidae, 15%; Derbidae, 13%; Delphacidae, 5%; Cixiidae, 3%, y otras, 8%, sin evidencias claras de esta asociación. Igualmente, citó trabajos realizados en Brasil y Ecuador en los que se concluyó que insectos Homópteros aéreos no están asociados a la transmisión de la enfermedad. Perthuis (2001), citado por Franqueville (2001, 2003), concluyó que se puede sospechar que las formas de PC reencontradas en el oriente ecuatoriano podrían ser transmitidas por un insecto del suelo del género *Scaptocaris*, que vive en las raíces de la Palma de aceite.

En observaciones realizadas en la zona de Tumaco, durante los últimos 20 años, por los investigadores Jiménez y Peña (datos no publicados), registran como insectos relacionados con la zona del cogollo

de la Palma de aceite a un Tettigoniidae (especie sin identificar); varias especies de Curculionidae: *Rhynchophorus palmarum*, *Metamasius* sp., *Limnobaris* sp. y *Parisoschoenus* sp.; una especie de Lepidoptera: *Herminodes insulsa*; varias especies de cucarachas y Dípteros (sin identificar), y algunas especies de chupadores de la familia Cicadellidae, *Oncometopia* sp. y un Derbidae, *Persis* sp.

Familia Tettigoniidae

Los Tettigoniidae están distribuidos a nivel mundial, llegando a cerca de 400 especies. Las especies de esta familia tienden a ser de medio a gran tamaño, encontrando a menudo individuos de 35 a 50 mm de largo. Las antenas son más largas que el cuerpo. Estos insectos cuentan con un tímpano en la tibia frontal, el pronoto raramente posee cresta, y, usualmente, un ovopositor largo en forma de espada se presenta en las hembras (Figura 1). Aunque algunas hembras ovipositan en el suelo, otras lo hacen en tejidos de hojas, tallos y grietas de las cortezas. Algunos individuos con ovopositores planos liberan sus huevos en hojas y tallos, asemejándose a tejas de barro. Un pequeño grupo de especies elabora sus nidos a partir de tejido vegetal masticado y barro (Arthur, 2008).

Estos insectos son generalmente de color verde o café; pocas especies son activas en el día y la mayoría lo son en la noche. Los machos estridulan libremente y, en muchos ambientes, son elementos importantes en los sonidos nocturnos. La mayoría de individuos son ampliamente fitófagos, pero también existen algunos omnívoros y unos pocos se alimentan de otros

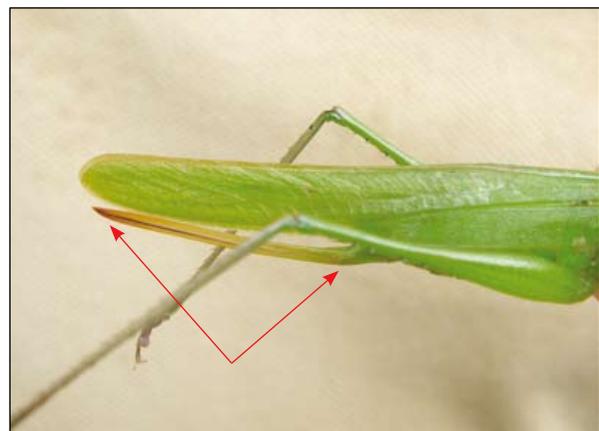


Figura 1. Detalle del ovopositor de una hembra de *Neoconocephalus affinis* de la familia Tettigoniidae.



insectos. Prefieren la comida proteínica, motivo por el cual las especies fitófagas prefieren los brotes tiernos y las frutas (Arthur, 2008).

Materiales y métodos

Se realizaron inspecciones a la zona de la flecha en todas las visitas adelantadas en las diferentes zonas palmeras, tanto en Colombia como en Ecuador y Perú. Estas inspecciones se realizaron tanto en el área externa como interna de la flecha, haciendo especial énfasis a las zonas donde se detectaban los primeros síntomas de la PC.

Para confirmar el origen de las posturas, los folíolos de las flechas inmaduras, donde se encontraron los huevos, se llevaron al laboratorio y se colocaron en cajas plásticas con papel toalla humedecido para preservarlos durante el mayor tiempo posible. Una vez eclosionados los huevos, las ninfas se transfirieron a cajas plásticas, donde después de evaluar diferentes dietas se estableció que se alimentaban de gramíneas tiernas.

Con los adultos obtenidos se hizo un registro fotográfico que fue utilizado por el Dr. Fernando Montealegre, taxónomo especialista en esta familia, para la identificación a nivel de género y especie.

Resultados

A lo largo de las inspecciones realizadas a las flechas en las distintas investigaciones que se adelantaron sobre la evaluación de síntomas iniciales de la PC, tanto en palmas de vivero como en palmas jóvenes y aún en palmas adultas con más de 20 años de edad, en las diferentes zonas palmeras en Colombia y en visitas realizadas a Ecuador y Perú, se registró la presencia de insectos adultos, ninfas y especialmente de sus huevos, de insectos de la familia *Tettigoniidae* en los folíolos de flechas en proceso de maduración. Con excepción de algunos casos en que se observó la mordida del insecto a los tejidos de la flecha inmadura, no se observaron evidencias de daño por alimentación de estos insectos en los tejidos de la palma.

Esta observaciones permitieron establecer que estos insectos utilizan las flechas inmaduras, en la zona del cogollo de la Palma de aceite, para depositar sus posturas, las cuales se pueden encontrar individualmente, en grupos pequeños o en números más grandes, generalmente con una organización muy característica

(Figura 2), donde encuentran una especie de protección entre los pliegues de los folíolos para la maduración de los huevos, mientras ocurre la eclosión, sin que se observe, en la mayoría de los casos, un daño a los folíolos ni lesiones asociadas con la PC.

Además de utilizar las flechas inmaduras para depositar sus posturas, fue posible observar tanto estados inmaduros (Figura 3) como adultos (Figura 4), utilizando las flechas como un sitio de albergue, sin evidencias de estar consumiendo los tejidos de la palma para su alimentación. La no alimentación en estos tejidos se confirmó con los individuos que eclosionaron en las cajas plásticas.

La presencia de estos insectos en la Palma de aceite ya había sido registrada previamente en los trabajos



Figura 2. Huevos de *Tettigoniidae* organizados en el interior de uno de los folíolos de una flecha inmadura de una palma joven. No se observan evidencias de daño mecánico sobre los folíolos.



Figura 3. Ninfa de la familia *Tettigoniidae* en palma de vivero.



Figura 4- Adulto de la Familia *Tettigoniidae* en folíolos de palma joven del híbrido *oleifera X guineensis*, en sitio definitivo.

de Urueta (1975), en Urabá; Oscar Darío Jiménez y Eduardo Peña (comunicación personal), en Tumaco, y Argemiro Reyes (comunicación personal) en el Magdalena Medio, así como por muchos de los ingenieros responsables de la Sanidad Vegetal en las diversas plantaciones visitadas no solo en Colombia sino también en Ecuador y Perú. En estas observaciones se comenzó a considerar el papel de este insecto en la diseminación del agente responsable de la PC.

Además de observar la presencia del insecto en el área de la flecha, se encontró que la hembra durante su proceso de oviposición realiza unas heridas que parecen facilitar el acceso al sitio donde depositan los huevos, las cuales se pueden presentar completamente libres de lesiones similares a los síntomas característicos de lesiones iniciales de PC.

El papel de estos insectos en la diseminación de las estructuras de *Phytophthora* sp., el agente responsable de iniciar la PC, parece ser importante en áreas de baja incidencia de la enfermedad, pues es en esos casos en los que es más evidente la asociación de los sitios de oviposición en la flecha con síntomas iniciales de la enfermedad. La oviposición parece estar directamente asociada con el desarrollo de lesiones, no sólo en los sitios de daño de tejido con el aparato bucal, sino que también se encuentran alrededor de las perforaciones que realiza la hembra cuando introduce su ovipositor perpendicularmente a la lámina de los folíolos y definitivamente en la vecindad de las posturas, cuando éstas se encuentran localizadas entre los pliegues de estos folíolos (Figura 5, 6, 7).

Aparentemente, en situaciones de alta presión de inóculo como las que actualmente se están presentando en Tumaco y en otras zonas palmeras en el Trópico americano, el insecto deja de ser importante, pues el número de propágulos del patógeno es tan alto, que las oportunidades de iniciar la infección no requieren del transporte de ellos por medio del insecto o de las heridas que este realiza, durante la oviposición, en las flechas tiernas en el cogollo de la Palma de aceite.

Al observar muy frecuentemente la asociación de las posturas con lesiones iniciales de la PC (Figura 5, 6, 7), se ha considerado que se cuenta con evidencias circunstanciales que asocian a insectos de esta familia con la diseminación del agente causante de la enfer-



Figura 5. Huevos de un individuo de la familia *Tettigoniidae* en la flecha de una Palma de aceite. Obsérvese la apariencia de teja en la organización de las posturas. En la parte anterior de ellas, a la derecha y en el extremo izquierdo, hay evidencias de síntomas iniciales de PC.



Figura 6. Desarrollo de lesiones típicas de PC en el área circundante al sitio de oviposición de un *Tettigoniidae*.



Figura 7. Lesiones características de la PC en los alrededores de las posturas encontradas en las flechas en proceso de maduración. En esta oportunidad, las posturas fueron depositadas perpendicularmente a la lámina de los folíolos, ocasionando rotura de ésta y promoviendo el desarrollo de lesiones similares a las asociadas con síntomas iniciales de la enfermedad.



Figura 8. Daño en los folíolos en la vecindad de las posturas. Apparently se trata de mordiscos realizados para tener acceso a los pliegues donde la hembra deposita los huevos. Se observan lesiones necróticas redondeadas con un halo más oscuro, similares a las encontradas en infecciones tempranas de *Phytophthora* sp., el patógeno responsable de iniciar la PC.

medad. Está por establecerse si el insecto transporta las estructuras reproductivas de *Phytophthora* sp. o si realiza las heridas que facilitan el inicio del proceso de infección.

En ocasiones se encontraron daños, aparentemente con el aparato bucal, que muestran como si el insecto tratara de lograr el acceso a los pliegues de los folíolos en la flecha inmadura para depositar las posturas, que se han asociado con claras evidencias de lesiones iniciales de la PC (Figura 8).

Los huevos recolectados en campo y llevados al laboratorio eclosionaron bajo condiciones controladas, las

ninfas (Figura 9) se mantuvieron hasta el estado adulto, alimentándose de gramíneas tiernas y frescas, pero no de folíolos de palma, ni aún de los más tiernos. Se presentó canibalismo entre los insectos, cuando más de uno estuvo confinado en la misma caja plástica, motivo por el que fue necesario mantener los insectos en cajas individuales.

Las especies de la familia *Tettigoniidae* encontradas en Palma de aceite e identificadas hasta el momento son:

Especie de cara amarilla (Figura 10 y 11).

Familia: *Tettigoniidae*



Figura 9. Ninfas de *Tettigoniidae* eclosionadas a partir de huevos recolectados en campo sobre flechas de palma. A. Ninfa acabando de mudar. B. Ninfa creciendo bajo condiciones controladas, alimentándose de gramíneas.

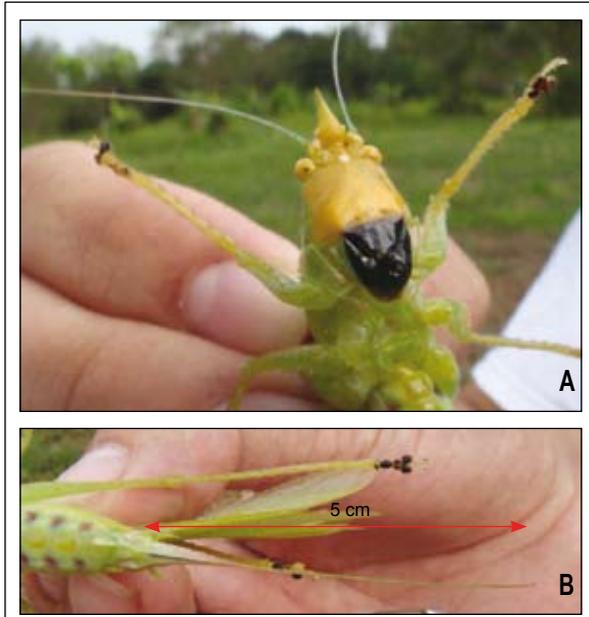


Figura 10. Hembra adulta de *C. brevirostris* o *C. brevicauda*. A. Nótese el color amarillo de la cara y el cono en la parte superior de la cabeza que le da el nombre a su sub-familia. B. Nótese la longitud del ovipositor.

Sub-Familia: Conocephalina

Tribu: Copiphorini

Género: *Copophora*

Especie: *brevirostris* o *brevicauda*; se requiere el insecto para su identificación final.

Según el Dr. Montealegre, esta especie es común en las zonas lluviosas y está distribuida en el extremo sur de la selva del Pacífico en Colombia. Se encuentra con abundancia en el Parque Natural Nacional Isla Gorgona.

Especie de cara verde (Figura 12).

Familia: Tettigoniidae

Sub-familia: Conocephalinae

Tribu: Copiphorini

Género: *Neoconocephalus*.

Especie: *affinis*

Tiene una amplia distribución desde Florida (Estados Unidos) hasta Bolivia.

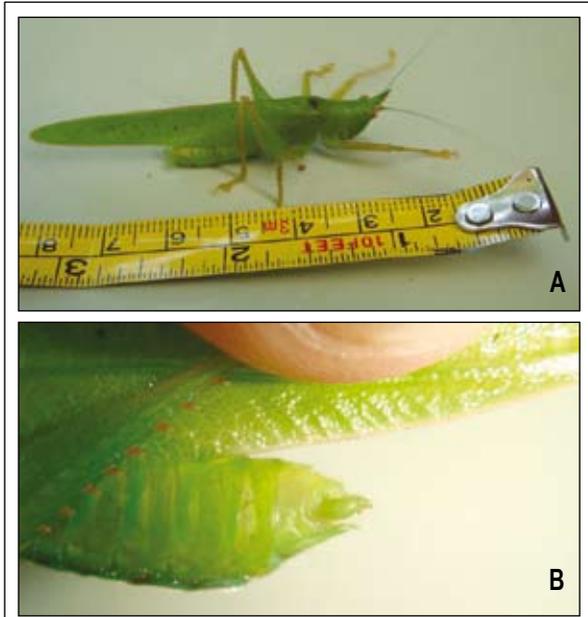


Figura 11. Macho adulto de *C. brevirostris* o *C. brevicauda*. A. Nótese la longitud de las antenas. B. Aparato reproductor del macho.



Figura 12. Hembra adulta de *Neoconocephalus affinis*. Nótese la longitud del ovipositor.

Conclusiones

Estas evidencias circunstanciales permiten considerar que insectos de esta familia Tettigoniidae pueden estar involucrados en el transporte de propágulos del patógeno o en la producción de heridas en tejidos muy tiernos, aptos para que se inicien las lesiones de los primeros estados de infección de *Phytophthora* sp., el microorganismo responsable de las lesiones iniciales asociadas con la PC de la Palma de aceite. El patógeno continua su proceso infeccioso por el contacto con tejidos muy tiernos en la zona del cogollo; este



se irá expresando posteriormente cuando ocurra su emisión en las flechas afectadas y cuando se presentan condiciones muy favorables para el desarrollo de la enfermedad, como está ocurriendo en Tumaco y en otras zonas palmera del país y de países vecinos.

Agradecimientos

Los autores agradecen especialmente al Dr. Fernando Montealegre, por la identificación de los especímenes presentados en este trabajo. A Fedepalma - Fondo de Fomento Palmero.



Bibliografía

- Agrios, G. N. 1980. "Insect involvement in the Transmission of Fungal Pathogens", Vectors of Plant Pathogens. Editado por Harris, K. F. y Maramorosch, K. Academic press. P. 293- 324.
- Arthur, S. 2008. Grasshoppers and Locusts as Agricultural Pest. Encyclopedia of Entomology. 2nd edition. Editada por Capinera, J. L. Editorial Springer. P. 1758-1776.
- De Rojas P., E.; Ruiz B., E. 1972. Investigaciones sobre la Pudrición del cogollo-Pudrición de la flecha de la Palma africana de la plantación "La Arenosa" de Coldesa S.A. (Turbo) (Departamento de Antioquia). Informe Mimeografiado. 131 p.
- Duff, A.D.S. 1963. The bud rot little leaf disease of the oil palm. J. W. African Institute. Oil palm research. 8: 174-190.
- Franqueville, H. de. 2001. La pudrición del cogollo de la palma aceitera en América Latina. Revisión preliminar: hechos y logros alcanzados. Cirad. 35 p.
- Franqueville, H. de. 2003. Oil palm bud rot in Latin America. Expl Agric. 39: 225-240. Cambridge University Press. United Kingdom.
- Gómez, P. L. 1995. Estado actual de la investigación sobre la Pudrición del cogollo. Revista Palmas N° 16 (1): 9-23.
- Gómez C., P. L.; Acosta G., A.; Guevara L., A.; Nieto P., L. E. 1995. Pudrición de cogollo en Colombia: Importancia, investigación y posibilidades de manejo. Estado actual de la investigación sobre la Pudrición de cogollo. Revista Palmas, Colombia. Número especial (16):198-206.
- Jiménez, O. D. 1991. Pudrición del cogollo en la Palma aceitera en la región de Tumaco. Revista Palmas N° 12 (2): 45-48.
- Martínez, G. 2008. Avances en la solución de la Pudrición del cogollo de la Palma de aceite en Colombia. Revista Palmas, Colombia. 29 (2): 53-64.
- Martínez, G.; Torres, G. A. 2007. Presencia de la Pudrición del cogollo de la Palma de aceite (PC) en plantas de vivero. Revista Palmas, Colombia. 28 (4): 13-20.
- Martínez, G.; Torres, G. A. 2008. Escala de severidad de la Palma de aceite. Folleto divulgativo. Cenipalma, Colombia. 12 p.
- Martínez, G.; Sarria, G. A.; Torres, G. A.; Aya, H. A.; Ariza, J. G.; Rodríguez, J.; Vélez, D. C.; Varón, F.; Romero, H. M.; Sanz, H. M. 2008. *Phytophthora* sp., es el responsable de las lesiones iniciales de la Pudrición del cogollo de la Palma de aceite en Colombia. En Memorias VIII reunión Técnica Nacional de Palma de aceite. Compensar 22.24 de septiembre, Bogotá.
- Ochoa, G.; Bustamante, E. 1979. Investigación del agente causal de la Pudrición de flecha en Palma africana. Revista ICA, Colombia. 2(4): 425-433.
- Perthuis, B. 1991. Búsqueda de la etiología de la Pudrición del cogollo en el Ecuador oriental. Revista Palmas N° 12 (2): 25-30.
- Perthuis, B.; Mariau, M.; Dollet, J. L.; Renard, L.; Mazzolini, D.; Dambier, J. M.; Noriet, F.; Corrado, 1988. Cinquieme Bilan des Recherches sus la Pourriture de Coeur du Pamier a Huile. IRHO. 2132 09/88. 115 p.
- Sarria, G.A.; Torres, G. A.; Aya, H. A.; Ariza, J. G.; Rodríguez, J.; Vélez, D. C.; Varón, F.; Martínez, G. 2008. *Phytophthora* sp., es el responsable de las lesiones iniciales de la Pudrición del cogollo (PC) de la Palma de aceite en Colombia. Revista Palmas, Colombia.
- Torres L, G. A. Martínez L, G. 2007. Descripción de Síntomas de la Pudrición del cogollo (PC) de la Palma de Aceite (*Elaeis guineensis*, Jacq) en Palmas de Vivero. Memorias del XXVIII Congreso e la Asociación Colombiana de Fitopatología y Ciencias Afines. ASCOLFI. CIAT. Octubre 4-6. Palmira.
- Torres, G. A.; Acosta, J. R.; Ariza, J. G.; Aya, H. A.; Roa, M. D.; Martínez, G. 2008. Papel de las palmas espontáneas como hospedero alterno de *Phytophthora* sp. agente causal de la Pudrición del cogollo (PC), de la Palma de aceite en Colombia. Revista Palmas, Colombia . 29(3).
- Turner, P. D. 1967. Diseases and Disorders of the Oil palm in Malasia. The Incorporated Society of Planters. Kuala Lumpur. 84-66.
- Turner, P. D. 1981. Oil Palm Diseases and Disorders. 280 p. Kuala Lumpur: Oxford University Press.
- Urueta, E. 1975. Insectos asociados con el cultivo de palma africana en Urabá (Antioquia) y estudio de su relación con la pudrición de la flecha-pudrición de cogollo. Revista Colombiana de Entomología. 1 (4): 15-31.
- Van Hoof, H. A.; Seinhorst, J. W. 1962. *Rhadinaphleachus cocophilus* Associated with Little Leaf of Coconut and Oil Palm. T.PI.-Ziekten. 68: 251-256.
- Van Slobbe, W. G.; Rocha de Souza, R. L. 1991. Amarillamiento fatal o Pudrición de cogollo en Denpasa – Brasil. Palmas 12 N° 2. (1991). P. 17 -23.
- Vélez A., R. 1997. Plagas agrícolas de impacto económico en Colombia: bionomía y manejo integrado. Editorial Universidad de Antioquia. P. 482.
- Villanueva G., A. 1988. Apreciaciones acerca del seminario internacional sobre identificaciones y control de organismos y/o factores causantes del síndrome conocido como "spear rot" en Palma de aceite. Revista Palmas N° 9 (4): 37-46