

Avances en la investigación de la Pudrición basal del estípite (PBE) en palma de aceite en Colombia*

Advances in the Research of Basal Stem Rot (BSR) in Oil Palm in Colombia

CITACIÓN: Mestizo, Y., Zúñiga, L., Arango, M., Bandera, G., Martínez, J., Pineda, B., ... y Martínez, G. (2015). Avances en la investigación de la Pudrición basal del estípite (PBE) en palma de aceite en Colombia. *Palmas*, 36(2), 55-65.

PALABRAS CLAVE: *Elaeis guineensis*, *Ganoderma* sp., PBE, basidiocarp.

KEY WORDS: *Elaeis guineensis*, *Ganoderma* sp., BSR, Basidiocarp.

RECIBIDO: enero de 2015.

APROBADO: marzo de 2015.

* Artículo de investigación e innovación científica y tecnológica.

Resumen

En Colombia la Pudrición basal del estípite (PBE) es una de las mayores amenazas que enfrenta el cultivo de la palma de aceite, situándose en los últimos diez años como una de las enfermedades emergentes de mayor importancia por sus efectos directos en la disminución de la producción. En este registro de resultados se caracterizan los síntomas presentes en las zonas de mayor incidencia, se realizan observaciones del avance interno con los síntomas externos de la enfermedad y se hace un acercamiento al estudio de la etiología de la PBE. Con este objetivo, se evaluaron palmas enfermas en las zonas Norte y Central de Colombia, buscando identificar síntomas externos e internos. Se tomaron muestras de signos presentes en plantas afectadas y se probó su posible patogenicidad, encontrándose que la mayoría de síntomas externos registrados para la PBE, como son la acumulación de flechas, enruanamiento, es decir, doblamiento de las hojas en forma de falda sobre

YURI ADRIANA MESTIZO

Auxiliar de Investigación. Programa de Plagas y Enfermedades, Cenipalma

LEÓN FRANKY ZÚÑIGA

Auxiliar de Investigación. Programa de Plagas y Enfermedades, Cenipalma

MAURICIO ARANGO URIBE

Investigador Asociado. Programa de Plagas y Enfermedades, Cenipalma
carango@cenipalma.org

GINA BANDERA ROJAS

Auxiliar de Investigación (r). Programa de Plagas y Enfermedades, Cenipalma

JUAN MARTÍNEZ DÍAZ

Programa de Plagas y Enfermedades, Cenipalma

BENJAMÍN PINEDA

Investigador Asociado (r). Programa de Plagas y Enfermedades, Cenipalma

FRANCIA VARÓN

Asesora. Programa de Plagas y Enfermedades, Cenipalma

MABEL TORRES

Programa de Plagas y Enfermedades, Cenipalma

GERARDO MARTÍNEZ LÓPEZ

Coordinador. Programa de Plagas y Enfermedades, Cenipalma

el estípite de la palma, proliferación de raíces adventicias y cráter, solo son visibles cuando el daño interno se encuentra en un estado muy avanzado. Los basidiocarpos colectados por las características morfológicas se identificaron dentro del género *Ganoderma*, subgéneros *Elfvigia* y *Lucidum*. En las inoculaciones se encontró que en Colombia existen especies de *Ganoderma* patogénicas en palma de aceite. Estos resultados representan un paso adelante en el conocimiento de la PBE de la palma de aceite y la identificación de su agente causante en Colombia, por lo cual constituyen una herramienta más en el avance de la investigación de esta problemática sanitaria.

Abstract

In Colombia, basal stem rot (BSR) is probably one of the main sanitary risks for the oil palm crops, where during the last 10 years has developed as one of the emerging diseases with a direct impact on yields. This paper presents a record of the characterization of BSR symptoms in areas with higher disease incidences, as well as observations on the advance of internal symptoms of the disease. Additionally, this paper approaches the study of BSR etiology as an important issue. In order to do this, diseased palms from the Central and North zones of Colombia were evaluated seeking to identify internal and external symptoms. Samples of signs in affected plants were taken and their pathogenicity was tested for identification. Several of the external symptoms registered for BSR, such as spear leaves accumulation, bending of lower leaves, proliferation of adventitious roots and crater, were only visible when internal damage is at an advanced stage. Basidiocarps collected with the morphological characteristics of the genus *Ganoderma*, subgenus *Elfvigia* and *Lucidum* were found in palms, and through inoculations pathogenic *Ganoderma* species were found in oil palm in Colombia. These results represent a great advance in the identification of BSR causal agent in Colombia, and thus become an important tool in research about this sanitary problem.

Introducción

La palma de aceite en Colombia es uno de los sectores agrícolas de mayor impacto económico; en la actualidad el área sembrada supera el medio millón de hectáreas y la producción anual es del orden de 1.040.000 toneladas de aceite (Mesa, 2014).

Se ha considerado que las principales enfermedades de este cultivo en Colombia son la Pudrición del cogollo (PC) y la Marchitez letal (ML); sin embargo, de acuerdo con Martínez (2011), la conocida como la Pudrición basal del estípite (PBE) representa un riesgo a la palmicultura regional, toda vez que esta ha incrementado su incidencia en las zonas afectadas y se han presentado nuevos reportes en zonas donde anteriormente no existía registro de la enfermedad.

En el Sureste Asiático la PBE es la enfermedad más importante de la palma de aceite, y como responsables de esta patología se han identificado diferentes

especies de *Ganoderma* (Rees *et al.*, 2007; Shamala *et al.*, 2008; Cooper *et al.*, 2011. Chong *et al.*, 2011; Naher *et al.*, 2013; Idris, 1999, 2013). También se encuentra en la literatura otros tipos de pudriciones de estípite, como la pudrición húmeda, la pudrición corchosa, la necrosis vascular y la pudrición alta (Robertson, 1962; Turner, 1981; Nieto, 1994; Tovar y Nieto, 1998; Rodríguez, 2001; Corley & Tinker, 2003; Garofalo & MacMillan, 2004; Cooper *et al.*, 2011).

En términos de incidencia, la PBE supera el 90 % en áreas con presencia de la enfermedad en Malasia e Indonesia, donde las condiciones fueron propicias para su desarrollo (Singh, 1995; Chong *et al.*, 2011). Al respecto, Turner (1981), Gurmit (1990) y Khairudin (1993) reportaron que en estos lotes las renovaciones pueden representar en estados tempranos de desarrollo entre el 40 y 50 % de palmas infectadas. En Colombia, son

pocos los registros que se tienen, pero algunas observaciones realizadas por Tovar *et al.*, (1998), Rodríguez (2001) y Mestizo y Martínez, (2011), señalan que en las zonas palmeras Norte y Central los lotes afectados presentan entre el 4 y el 12 % de palmas enfermas.

Según Turner (1981), las palmas afectadas por la PBE no expresan síntomas externos antes de que haya ocurrido una destrucción en la base del estípite superior al 50 %. Situación que permite que la enfermedad avance sin que se tenga una detección temprana de las palmas enfermas, por lo que se consideró como un enemigo silencioso. Los síntomas externos más frecuentes son acumulación de flechas, hojas cortas y cloróticas y, en hojas bajas, se presenta un doblamiento formando una falda, conocido como enruanamiento (Ariffin *et al.*, 2001; Chung, 2011). Además de estos síntomas, Mestizo *et al.*, (2014) reportaron otros como raíces adventicias con clorosis foliar; moteado de las hojas inferiores seguido de necrosis de los folíolos; hojas recién desplegadas más cortas de lo normal, entre otros. Con el avance de la enfermedad, las palmas presentan una apariencia pálida en general, con un retraso en su crecimiento; adicionalmente, las flechas permanecen sin abrir. Es característico que también presenten raíces adventicias y cráteres en la base del estípite como resultado del daño al interior del tejido.

Como agentes responsables de esta enfermedad se han reportado diferentes especies de *Ganoderma*, pero de acuerdo con Ho & Nawawi (1985) ha sido *G. boninense* el más estudiado. Adicionalmente, Ariffin *et al.*, (1989); Idris, (1999; 2013); Idris *et al.*, (2000) mencionaron que es la especie más agresiva. Otras especies de *Ganoderma* relacionadas con la enfermedad en Malasia son *G. zonatum*, y *G. miniatocinctum*.

Trabajos realizados por Mestizo y Martínez, (2011); Mestizo *et al.* (2012), Mestizo *et al.* (2014) y Zúñiga *et al.* (2014), presentan los síntomas observados en plantaciones afectadas por la PBE, el aislamiento de especies de *Ganoderma* y la patogenicidad de algunos de ellos en la palma de aceite. Además, Arango *et al.*, (2013 y 2014), han venido trabajando en el desarrollo de alternativas de diagnóstico temprano empleando el tomógrafo de impedancia eléctrica, con la finalidad de buscar alternativas de manejo a las palmas infectadas e impedir el continuo incremento

del potencial de inóculo en las áreas con presencia de la enfermedad. El objetivo de este trabajo fue reunir los resultados de las últimas investigaciones realizadas por Cenipalma en torno a la Pudrición basal del estípite en la palma de aceite en Colombia y mostrar a los palmicultores un avance sobre la manifestación de síntomas en plantas afectadas y la identificación del patógeno responsable de la enfermedad.

Materiales y métodos

Descripción de síntomas externos e internos asociados a la Pudrición basal del estípite

En plantaciones de palma de aceite ubicadas en las zonas Norte y Central, se seleccionaron palmas afectadas por la PBE en lotes de más de nueve años de edad. En una primera actividad fueron analizadas 60 palmas enfermas en las dos zonas palmeras; y en cada una se describió la sintomatología externa al momento de la detección, lo que permitió cuantificar la frecuencia de aparición de cada síntoma. En una segunda actividad se seleccionaron 209 palmas enfermas y 50 aparentemente sanas, vecinas de las anteriores. En las enfermas se estimó la magnitud del daño interno en la base del estípite y se cuantificó el porcentaje de afectación con la ayuda del *software* ImageJ[®], que permite evaluar el área del estípite comprometida o afectada en centímetros. En las palmas aparentemente sanas se realizó el mismo procedimiento.

Aislamiento e identificación de *Ganoderma*

Se tomaron muestras de basidiocarpos presentes en palmas enfermas en las dos zonas en estudio, asegurándose que incluía tejido del estípite; estos fueron envueltos en papel *kraft* y rotulados con la información correspondiente para su identificación de origen. Posteriormente, fueron transportados refrigerados hasta los respectivos laboratorios de fitopatología de Cenipalma en cada zona.

Para obtener los aislamientos se usó un medio selectivo para *Ganoderma* (GSM) (Ariffin e Idris, 1991) y

Agar extracto de malta (AEM). Los basidiocarpos fueron desinfectados, cortados y sembrados en los medios de cultivo, al igual, se realizaron siembras directas de partes específicas del basidiocarpo como el contexto del píleo en AEM, siguiendo las metodologías empleadas por Mestizo *et al.*, (2014). Los especímenes colectados se identificaron teniendo en cuenta las características macro y micromorfológicas del basidiocarpo según Torres y Guzmán, (2005; 2008; 2012).

Inoculaciones de aislamientos de *Ganoderma*

Prueba 1. Inoculación con herida

Se utilizaron plántulas *E. guineensis* Dammi Las Flores de dos meses de edad, las cuales se lavaron con abundante agua destilada estéril; las raíces se desinfectaron con hipoclorito de sodio al 2 % y se enjuagaron tres veces con agua destilada estéril. Las palmas fueron inoculadas empleando colonias puras de diez días de crecimiento, utilizando cinco aislamientos obtenidos de basidiocarpos y siete provenientes de tejido enfermo (Tabla 1). Para la inoculación se utilizaron tres palmas por cada aislamiento; en cada palma se seleccionaron tres raíces primarias y con la ayuda de un agujero estéril se realizó una herida

en cada raíz, con una aguja nueva se tomó parte del micelio del aislamiento a estudiar y se introdujo una parte por cada una de las tres heridas realizadas en las raíces. Finalmente, las plantas se sembraron en bolsas de polietileno negro con sustrato arena suelo en proporción 1:1 y se mantuvieron bajo polisombra de densidad del 80 %. Las evaluaciones se realizaron cada ocho días por un período de ocho meses, registrando la aparición de síntomas como necrosis de las raíces, pudriciones en los bulbos de las plantas y secamiento de las hojas.

Prueba 2. Inoculación sin herida

Esta prueba fue conducida en la Zona Central. Para esto, se tomaron bloques de 5x3x3 cm de *Ficus elástica*, se lavaron y secaron al horno a 60 °C durante 24 horas, los cuales se ubicaron por parejas en recipientes para ser esterilizados en autoclave a 120 °C y 15psi durante una hora; luego se llevaron e inocularon de manera independiente con cinco aislamientos de basidiomicetos en condiciones de cámara de flujo laminar y, finalmente, se incubaron por tres meses a 26 °C en condiciones de oscuridad. Pasado este tiempo, se colocaron en bolsas que contenían suelo estéril a una profundidad aproximada de 10 cm de la superficie y, luego, fueron cubiertos con una capa más de suelo. Finalmente, se sembraron semillas de *Elaeis guineensis* pregerminadas.

Tabla 1. Aislamientos utilizados durante el estudio para probar su patogenicidad a través de heridas.

Código	Fuente del aislamiento	
	Basidiocarpo	Tejido enfermo
PBEZN0111		X
PBEZN0211		X
PBEZN0411		X
PBEZN2311	X	
PBEZN2911	X	
PBEZN5611	X	
PBEZN6011	X	
PBEZN6411		X
PBEZN6511	X	
PBEZN6611		X
PBEZN7011	X	
PBEZN7911	X	

X: Tipo de tejido donde se obtuvo el aislamiento.

En esta prueba de patogenicidad se utilizaron aislamientos correspondientes a los códigos H051, H052, H053, H054, H055 obtenidos de basidiocarpos desarrollados en palmas afectadas por la PBE en la Zona Central, un testigo relativo (bloque sin inóculo) y un testigo absoluto (sin bloque) ubicados bajo un diseño completamente al azar con cinco repeticiones y 10 palmas por repetición.

Resultados y Discusión

Descripción de síntomas externos e internos asociados a la Pudrición basal del estípite

En las palmas enfermas que se analizaron en las zonas palmeras Norte y Central de Colombia, se presentaron

raíces adventicias por encima del sitio del cráter con una frecuencia promedio del 80 %. Adicionalmente, la acumulación de flechas se presentó en 77 % de las palmas evaluadas, los cráteres asociados a la enfermedad se observaron con una frecuencia del 70 %, el enruanamiento de hojas bajas se observó en el 67 % de las palmas enfermas, el amarillamiento foliar se presentó con una frecuencia de 52 %, mientras que el síntoma doblamiento del ápice de las hojas ocurrió en el 49 % de las palmas (Tabla 2; Figura 1). Los síntomas descritos y observados en el presente trabajo fueron similares a los registrados por Ariffin & Mohd, (2001), y Chung, (2011) para la Pudrición basal de estípite causada por *Ganoderma* en el Sureste Asiático.

Al relacionar los síntomas externos con los internos en 209 palmas enfermas, se encontró que en el 80 % de ellas las lesiones al interior del estípite ocuparon entre 53 y 100 % con un promedio de 67 % (Figura 2c), con-

Tabla 2. Frecuencia de síntomas en las palmas con Pudrición basal del estípite (PBE).

Síntomas Externos	AF	A	DAH	E	RA	C
Frecuencia promedio mensual Zona Central (%)	77	47	50	60	87	47
Frecuencia promedio mensual Zona Norte (%)	77	57	47	73	73	93

AF (acumulación de flechas), A (amarillamiento foliar), DAH (doblamiento del ápice de la hoja), E (enruanamiento), RA (acumulación de raíces adventicias), C (cráter).



Figura 1. Síntomas externos asociados a la Pudrición basal del estípite. **a.** Acumulación de flechas (AF); **b.** Enruanamiento (E).

Continuación figura 1.

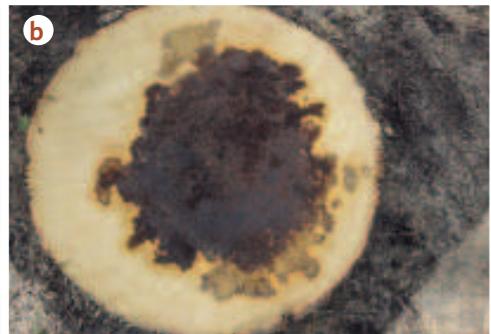
Síntomas externos asociados a la Pudrición basal del estípote.

- c. Amarillamiento (A);
- d. Acumulación de raíces adventicias (RA);
- e. Pudrición visible en la base del estípote.
- f. Cráter (C)



Figura 2. Síntomas internos inducidos por la Pudrición basal del estípote:

- a, b. Palmas con síntomas externos visibles;
- c. Cráter con degradación del tejido similar a la turba en palmas con síntomas externos visibles;
- d, e. Plantas sin síntomas externos.
- f. Palma sana.



firmando lo descrito por Turner (1981) quien mencionó que las palmas con expresión de síntomas externos presentaron lesiones internas que ocuparon más del 50 % del área del estípite. En el 20 % restante de las plantas evaluadas, el área afectada osciló entre 22 y 47 % con un promedio de 30 % (Figuras 2a-b).

Al analizar los cortes en la base del estípite de las 50 palmas aparentemente sanas, se encontró que en 43 de ellas, es decir, el 86 %, se observaron síntomas internos iniciales en los cuales se comprometió en promedio el 16 % del área del estípite (Figuras 2d-e). Esta observación mostró la problemática de la PBE en lotes con alta incidencia de la enfermedad, los cuales deben ser analizados con herramientas de diagnóstico temprano con el fin de programar estrategias de manejo de la enfermedad. En solo siete palmas de estas 50 aparentemente sanas (14 %) no se evidenciaron síntomas internos de la PBE (Figura 2f).

Los síntomas internos presentes en las palmas en los estados iniciales de la enfermedad fueron puntos pardos, que con el avance se tornaron oscuros y se unieron formando manchas. En las zonas de avance de la enfermedad las áreas afectadas fueron más claras que al interior de la lesión; en estados avanzados se observó degradación total del tejido del estípite en forma de turba o aserrín (Figura 2c). Las zonas con mayor afección estuvieron localizadas en el centro o en el borde del estípite dependiendo del sitio de inicio de la infección.

Aislamientos e identificación de *Ganoderma*

Los basidiocarpos colectados asociados a *Ganoderma* ssp. se encontraron en la base del estípite, en las bases peciolares y en las raíces, similares a las observaciones realizadas por Idris, (2013).

Los basidiocarpos se encontraron en presencia o ausencia de síntomas foliares característicos de la enfermedad, también se observaron iniciando su crecimiento en forma de botón blanco en la base del estípite como lo referencian Idris (2013), Nieto (1994) y Singh (1991). La mayoría estaba presentes en palmas mayores de 20 años, y en algunos casos, aislados en palmas entre los 5 a 8 años de edad con variaciones en cuanto a la forma, superficie del basidioma, consistencia y color

(Figura 3). En el 62 % de los basidiocarpos colectados se observó el borde blanco bien marcado, característico para *Ganoderma* ssp. registrado por Idris *et al.*, (2000; 2009) e Idris (2013), algunos de hábito solitario, otros gregarios; y fue posible observar el efecto de las condiciones climáticas que dificultaban la caracterización de la superficie del píleo y daban la apariencia de ser basidiocarpos muy viejos.

Los medios de cultivo utilizados permitieron la obtención de 29 colonias puras, de las cuales, cuatro de la Zona Central y 14 de la Zona Norte presentaron *in vitro* las características típicas del crecimiento de *Ganoderma*, como son colonias de color blanco con pigmentación en el envés y ondulaciones en el medio de cultivo (Idris *et al.*, 2000) (Tabla 3), confirmando así la presencia de este microorganismo en palmas afectadas por Pudrición basal de estípite en Colombia (Figuras 3e-f).

Los basidiocarpos colectados presentaron píleo de color marrón oscuro a medio, superficie opaca a brillante, textura fibrosa; color del contexto marrón claro hasta oscuro, en algunos casos homogéneo, con depósitos resinosos en algunos especímenes, textura fibrosa, basidiosporas con ápice truncado, en algunos casos con “cap”, pilares libres (puntos en la superficie de la basidiospora), grosor de delgado a medio, unos de los especímenes mostraron la estructura pilear como una crustohimenodermis y otros como un crustotricodermis. Esta descripción macro-micromorfológica permitió reconocer dos subgéneros diferentes: *Elfvingia* y *Lucidum*.

Inoculaciones de aislamientos de *Ganoderma*

Prueba 1. Inoculación con herida

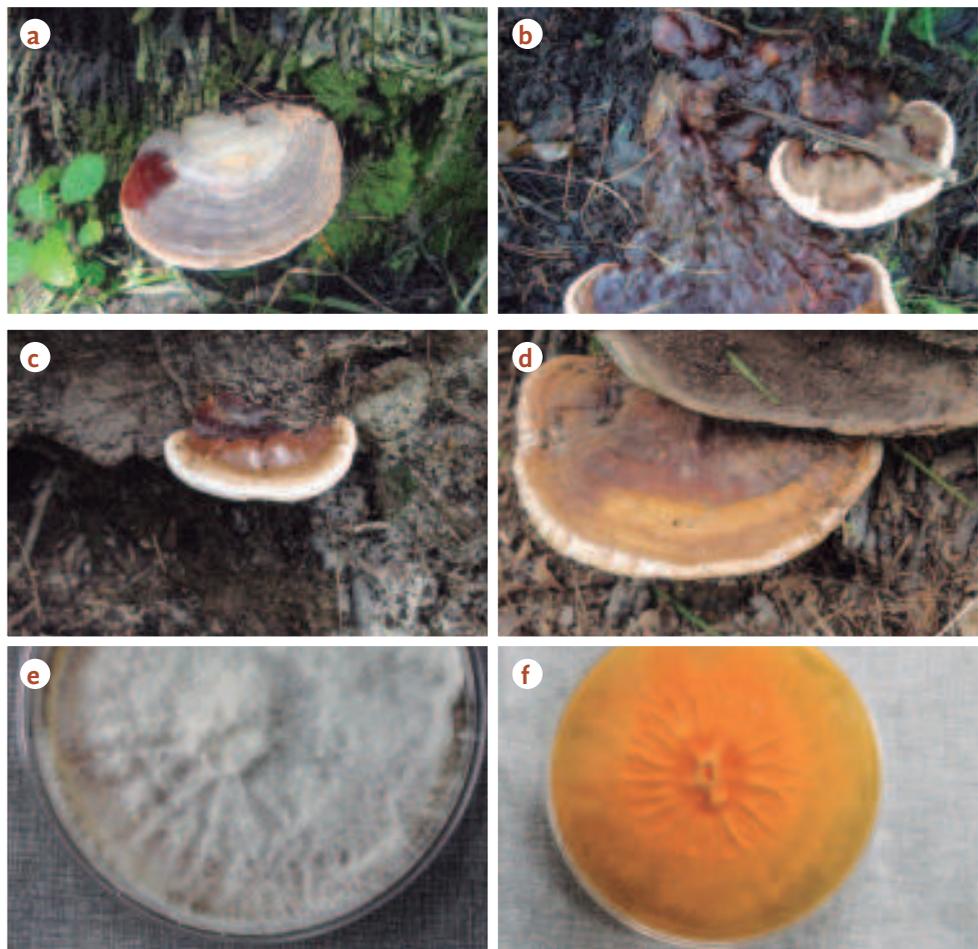
Las plantas inoculadas con los aislamientos PBEZN6511, PBEZN7011 y PBEZN7911 expresaron los síntomas entre los 92 y 123 días después de la inoculación, coincidiendo con una necrosis que inició del ápice a la base de los folíolos bajeros y que posteriormente se extendió hacia el resto de la planta (Figuras 4a-b-c). En el caso del aislamiento PBEZN7911 los síntomas se presentaron en dos de las tres plantas inoculadas.

En las raíces se presentó una pudrición de consistencia acuosa que inició en el sitio de inoculación

Tabla 3. Procedencia de colectas de basidiocarpos y aislamientos de *Ganoderma* spp. en las zonas Norte y Central de Colombia.

Zona	Procedencia	No. de colectas	No. de Aislamientos	No. de aislamientos con Características <i>in vitro</i> representativas de <i>Ganoderma</i> spp.
Norte	Copey	18	17	13
	Tucurínca	5	0	-
	Codazzi	5	0	-
	Aracataca	10	1	1
	La Jagua de Ibirico	4	0	-
Central	San Alberto	13	11	4

Figura 3. Basidiocarpos observados en palma de aceite:
a, b. Basidiocarpos Zona Norte de Colombia;
c, d. Basidiocarpos Zona Central de Colombia;
e. Crecimiento *in vitro* de colonia de *Ganoderma* sp., Anverso;
f. Crecimiento *in vitro* de colonia de *Ganoderma* spp., reverso.



y se extendió hasta el bulbo de la planta, donde fue posible observar el desarrollo de las hifas del hongo en todos los casos (Figuras 4d-e-f).

La obstrucción de tejido producto de la colonización y daño ocasionado por los microorganismos

inoculados indujo a la disminución en el transporte de nutrientes y agua hacia la parte aérea, que se vio reflejado en los síntomas de necrosamiento o secamiento de los folíolos. Estos resultados coinciden con lo registrado en otros trabajos de inoculación

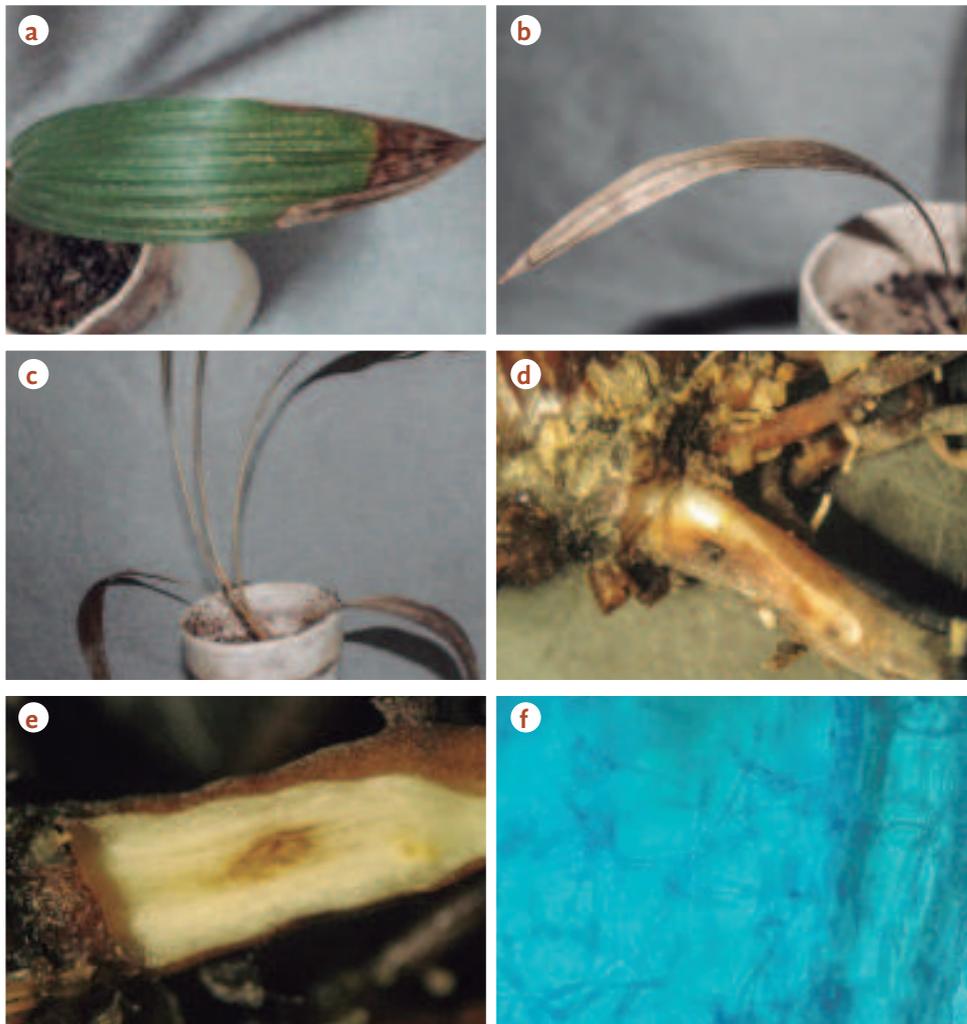


Figura 4. Inoculación con herida.
a. Inicio de la quemazón en el ápice de la hoja.
b. quemazón completa de hojas bajas.
c. Secamiento total de la planta.
d. Lesión producida desde el sitio de inoculación afectando gran parte de la raíz. **e.** Herida realizada en la raíz.
f. Crecimiento interno de las hifas en la raíz.

con *Ganoderma*, en los cuales se ha encontrado que existe una relación estrecha entre el contacto de las raíces y el hongo como un requisito clave para la infección (Khairudin, 1990; Idris *et al.*, 2004; Breton *et al.*, 2006; Rees *et al.*, 2007; 2012).

Prueba 2

En el 2 % de las plantas inoculadas con el aislamiento H051 se presentaron síntomas como secamiento en hojas bajas siete meses después de la inoculación, el cual inició desde el ápice hacia la base (Figura 6b), acompañado de pudrición y disminución de raíces y pudrición del bulbo de la planta (Figura 5). Fue posible observar micelio creciendo sobre estos tejidos y la aparición de un cuerpo fructífero del microorganismo (Figura 6a). El bajo porcentaje de infección de esta prueba pudo deberse a que el hongo no estuvo en contacto directo con el sistema radi-

cular como indican Mond & Faridad, (2008); Idris, (2013); y Siang *et al.*, (2013).

Conclusiones y recomendaciones

Las plantas afectadas por la Pudrición basal evaluadas en las zonas Norte y Central presentaron síntomas como cráteres en el estípote, acumulación de flechas, enruanamiento y proliferación de raíces adventicias cuando ya la infección interna estaba avanzada. En estados más iniciales de infección en el estípote, no se observaron síntomas aéreos lo que dificultó el diagnóstico temprano de la PBE.

De acuerdo con las características morfológicas observadas, la totalidad de los especímenes colectados (basidiocarpos) pertenecen al género *Ganoderma*, subgéneros *Elfvigina* y *Lucidum*.

Figura 5. Desarrollo de síntomas en plantas inoculadas sin herida con el aislamiento H051 de *Ganoderma* sp.
a. Planta inoculada.
b. Planta testigo.



Figura 6. Síntomas externos.
a. Secamiento de hojas bajas y aparición de cuerpo fructífero.
b. Avance del secamiento foliar 45 días después del inicio de los síntomas



Los resultados de las inoculaciones confirman la presencia en Colombia de especies de *Ganoderma* patógenas en palma de aceite.

Es necesario continuar los estudios sobre la Pudrición basal del estípite en las zonas sembradas con palma de aceite en Colombia, para establecer las especies de *Ganoderma* que están asociadas como agentes causales de la enfermedad.

Adicionalmente, la información obtenida hasta el momento puede ser utilizada como una herramienta para la formulación de investigaciones fu-

turas en la identificación de estrategias de manejo, control y prevención de esta enfermedad.

Agradecimientos

Los autores agradecen al Dr. José Ignacio Sanz Scovino, Director Ejecutivo de Cenipalma, por su confianza y apoyo permanente. A Fedepalma-Fondo de Fomento Palmero y a todos los funcionarios y plantaciones de las zonas Norte y Central de Colombia quienes han contribuido al desarrollo de esta investigación.

Referencias bibliográficas

- Arango, M., Anzoategui, L., Mestizo, Y. y Martínez, G. (2014). Síntomas de la Pudrición basal del estípite de la palma de aceite en Colombia. *Fitopatología Colombiana*, 37(1), 19-22.
- Arango, M. y Martínez, G. (2013). *La tomografía: una de las herramientas para el diagnóstico de la Pudrición basal del estípite en palma de aceite*. Memorias XI Reunión Técnica Nacional de Palma de Aceite. Bogotá D.C.
- Ariffin, D., & Idris, A. (1991). *A selective medium for isolation of Ganoderma from diseased tissues*. Proc. of the 1991 International Palm Oil Conference; Progress, Prospects and Challenges Towards the 21st Century Agriculture Conference. 9 -14 September.
- Ariffin, D., & Mohd, B.W. (2001). MIP intensivo para el manejo de plagas en palma de aceite. *Palmas*, 22(4), 19-35.
- Ariffin, D., Singh, G., & Lim, T.K. (1989). *Ganoderma in Malaysia. Current status and research strategy*. In Proc. of the 1989 PORIM International Palm Oil Development Conference-Module II: Agriculture. 5-9 September 1989. (Ed. B.S. Jalani). Palm Oil Research Institute of Malaysia.
- Breton, F., Hasan, Y., Hariady, Lubis Z., Franqueville, H. (2006). Characterization of parameters for the development of an early screening test for basal stem rot tolerance in oil palm progenies. *Journal of Oil Palm Research*, (Special Issue), 24-36.
- Chong, K.P., Lum, M.S., Foong, C.P., Wong, C.M.V.L., Atong, M., & Rossall, S. (2011). First identification of *Ganoderma boninense* isolated from Sabah based on PCR and sequence homology. *African Journal of Biotechnology*, 10(66), 14718-14723.
- Chung, G.F. 2011. Management of *Ganoderma* diseases in oil palm plantations. *The Planter*, 87(1022), 325-339.
- Cooper, R.M., Flood, J., & Rees, R.W. (2011). *Ganoderma boninense* in oil palm plantations: Current Thinking on Epidemiology, Resistance and Pathology. *The Planter*, 87(1024), 515-526.
- Corley, R.H.V., & Tinker, P.B. (Eds.) (2003). *The Oil palm*. Fourth Edition. Oxford: Blackwell Publishing.
- Garofalo, J. F., & R.T. McMillan. (2004). Thielaviopsis diseases of palms. *Proceedings of the Florida State Horticultural Society*, 117, 324-325.
- Gurmit, S. (1990). *Ganoderma. The scourge of oil palms in the coastal areas*. PORIM *Ganoderma* Workshop. Bangi, Malaysia.
- Ho, Y.W., & Nawawi, A. (1985). *Ganoderma boninense* Pat. From basal stem rot of oil palm (*Elaeis guineensis*) in Peninsular Malaysia. *Pertanika*, 8(3), 425-428.
- Idris, A.S. (1999). *Basal stem rot (BSR) of oil palm (Elaeis guineensis Jacq.) in Malaysia: Factors associated with variation in disease severity*. PhD. Thesis, Wye College, Uni. of London (UK).
- Idris, A.S. (2013). *Estado actual de la investigación y desarrollo (I+D) sobre Ganoderma en Malasia*. *Palmas*, 34(Especial Tomo I), 100-118.
- Idris, A.S., Ariffin, D., Swinburne, T.R., & Watt, T.A. (2000). The identity of *Ganoderma* species responsible for basal stem rot disease of oil palm in Malaysia pathogenicity test. *Malaysian Palm Oil Board Inform. Series 103*, MPOB TT No. 77b.
- Idris, A.S., Kushairi, A., Ismail, S., & Ariffin, D. (2004). Selection for partial resistance in oil palm progenies to *Ganoderma* basal stem rot. *Oil palm Research*, 16(2), 12-18.