

Primer Reporte de *Phakopsora arthuriana* en *Jatropha curcas* en México

First Report of *Phakopsora arthuriana* on *Jatropha curcas* in Mexico

Vicente Nolasco Gúzman, Departamento de Parasitología Agrícola, Universidad Autónoma Chapingo, Carr. México-Texcoco, km. 38.5, Chapingo, Edo. de México, CP 56230, México; **Victoria Ayala Escobar**, **Juan Manuel Tovar Pedraza**, **Eréndira Guadalupe Ríos López**, Fitopatología, Instituto de Fitosanidad, Campus Montecillo, Colegio de Postgraduados, km 36.5 Carr. México-Texcoco, Montecillo, Texcoco, Edo. de México, CP 56230, México. **Humberta Gloria Calyecac Cortero**, **Andrés Miranda Rangel**, Departamento de Preparatoria Agrícola, Universidad Autónoma Chapingo, Carr. México-Texcoco, km. 38.5, Chapingo, Edo. de México, CP 56230, México. Correspondencia: jmtovar@colpos.mx

(Recibido: Octubre 30, 2012 Aceptado: Diciembre 17, 2012)

Nolasco Guzmán V, Ayala Escobar V, Tovar Pedraza JM, Ríos López EG, Calyecac Cordero HG y Miranda Rangel A. 2013. Primer reporte de *Phakopsora arthuriana* en *Jatropha curcas* en México. Revista Mexicana de Fitopatología 31: 70-73.

Resumen. Durante 2011 y 2012, se observaron síntomas de roya de la hoja en plantas de *Jatropha curcas* en Puebla, México. Basados en características morfológicas, el agente causal se identificó como *Phakopsora arthuriana*. Además, se encontró a *Sphaerellopsis filum* parasitando naturalmente el 30% de los uredios de *P. arthuriana*.

Palabras clave adicionales: *Phakopsora jatrophiicola*, *Sphaerellopsis filum*, roya, biocombustible.

Jatropha curcas L. es un arbusto de la familia Euphorbiaceae, originario de México y Centroamérica, el cual ha sido identificado como una de las mejores alternativas a nivel mundial para la producción de biocombustible, debido a su amplia adaptabilidad a diversas condiciones agroclimáticas, ciclo corto y producción de aceite en elevada cantidad y alta calidad industrial (Fairless, 2007).

En el 2011, en México se reportó un total de 2,536 ha cultivadas con *J. curcas* con fines comerciales, las cuales se encuentran distribuidas en los estados de Yucatán (2,450 ha) y Quintana Roo (86 ha) (SAGARPA, 2012). Durante 2011 y 2012, en un huerto no comercial (120 plantas) de *J. curcas* establecido en Chicuasencuatla, municipio de Xochitlán de Vicente Suárez, Puebla, México, se observaron hojas con síntomas típicos de roya en una incidencia de 40-45%. Por lo que, el objetivo de este estudio fue identificar al agente causal de los síntomas de roya en plantas de *J. curcas* en Puebla, México.

Se realizaron tres muestreos dirigidos a plantas de *J.*

Abstract. During 2011 and 2012, rust symptoms were observed on *Jatropha curcas* leaves in Xochitlán de Vicente Suárez, Puebla, Mexico. Based on morphological characteristics, the causal agent was identified as *Phakopsora arthuriana*. Additionally, *Sphaerellopsis filum* was found naturally parasiting 30% of *P. arthuriana* uredinia.

Additional keywords: *Phakopsora jatrophiicola*, *Sphaerellopsis filum*, rust, biofuel.

Jatropha curcas L. is a shrub of the Euphorbiaceae family, native to Mexico and Central America, which is one of the best worldwide alternatives for biofuel production because of its wide adaptability to various agro-climatic conditions, and oil production in large quantity and high industrial quality (Fairless, 2007).

In 2011, Mexico reported a total of 2,536 ha cultivated with *J. curcas* for commercial purposes which are distributed in Yucatan (2,450 ha) and Quintana Roo (86 ha) states (SAGARPA, 2012). During 2011 and 2012, in a noncommercial field (120 plants) of *J. curcas* located in Chicuasencuatla in the municipality of Xochitlán de Vicente Suárez, Puebla, Mexico, leaves with typical symptoms of rust were observed with an incidence of 40-45%. Therefore, the aim of this study was to identify the causal agent of leaf rust symptoms in *J. curcas* plants in Puebla, Mexico.

During fall 2011 and 2012, three samplings were done specifically for *J. curcas* plant leaves with typical symptoms of rust. Leaves collected in the field were pressed to facilitate handling in subsequent studies. Symptoms in the abaxial surface of the leaves were reddish brown erumpent pustules (uredinia) to dark brown (telia) (Figure 1A-B); while in the adaxial surface initially only yellowish-brown spots irregularly shaped were observed, which became necrotic. In plants with severe infections, total

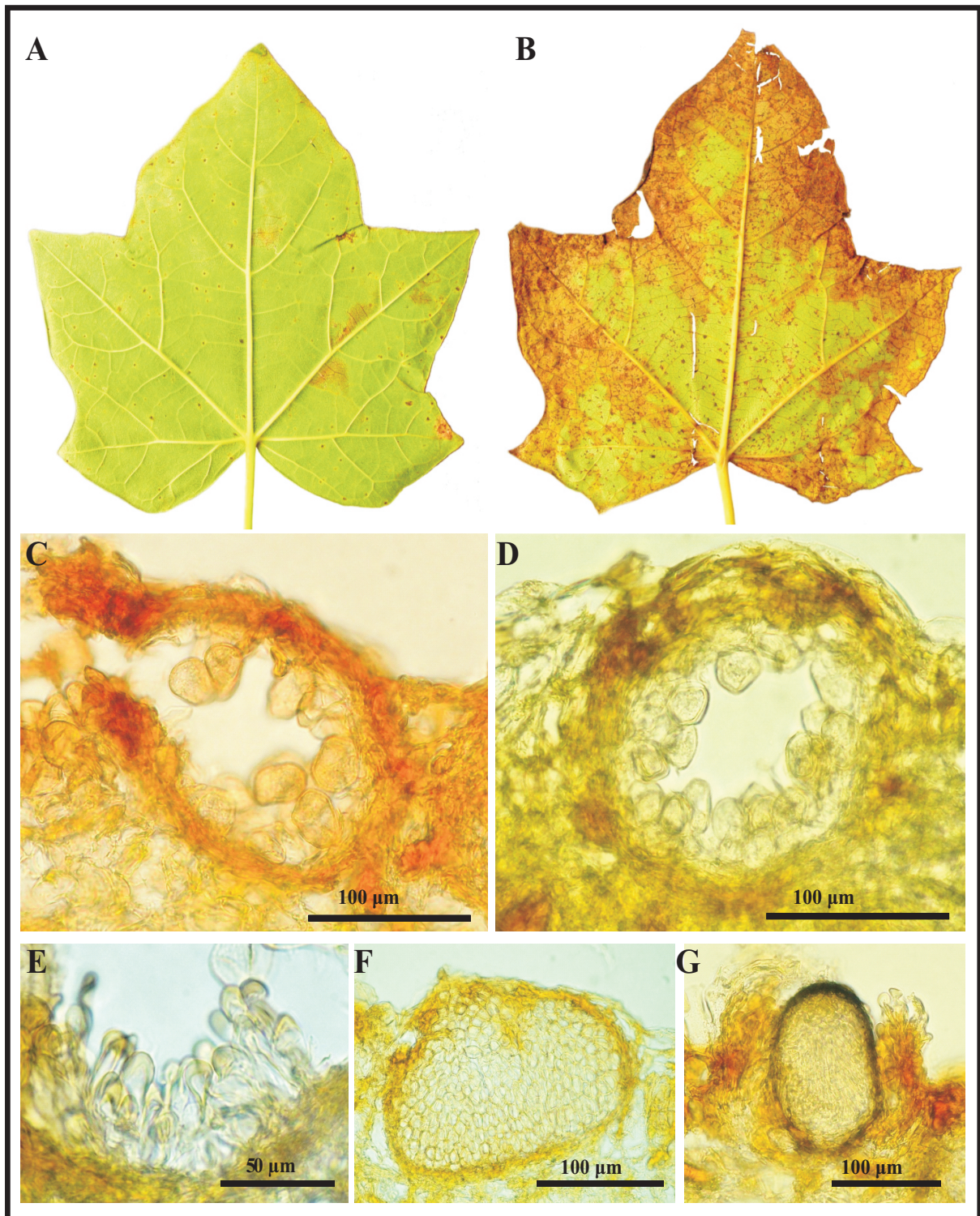


Figura 1. Síntomas y signos de *Phakopsora arthuriana* en *Jatropha curcas*. (A) Síntomas iniciales en superficie abaxial de una hoja. (B) Síntomas severos en superficie abaxial de una hoja, mostrando necrosis y abundantes uredios. (C-D) Uredios con urediniosporas. (E) Paráfisis uredinales. (F) Telio con teliosporas. (G) Picnidio de *Sphaerellopsis filum* en cavidad uredinial.
 Figure 1. Symptoms and signs of *Phakopsora arthuriana* in *Jatropha curcas*. (A) Initial symptoms in abaxial surface of a leaf. (B) Severe symptoms in abaxial surface of a leaf, showing necrosis and abundant uredinia. (C-D) Uredinia with urediniospores. (E) Uredinial paraphyses. (F) Telia with teliospores. (G) *Sphaerellopsis filum* pycnidium in uredinial cavity.

curcas con síntomas típicos de roya en hojas durante el 2011 y 2012. Las hojas colectadas en campo se prensaron para facilitar su manipulación en estudios posteriores. Los síntomas en la superficie abaxial de las hojas fueron pústulas erupentes de color café-rojizo (uredios) a café oscuro (telios) (Figura 1A-B), mientras que, en la superficie adaxial se observaron inicialmente manchas café-amarillentas de forma irregular, las cuales se tornaron necróticas. En plantas con infecciones severas se observó la defoliación total de la parte media inferior. Para la caracterización morfológica del hongo, se realizaron preparaciones semi-permanentes en glicerina con cortes longitudinales de las estructuras (uredios y telios) presentes en la superficie abaxial de las hojas. Mediante un análisis en microscopía de luz a una magnificación de 400 aumentos, se determinaron las características morfológicas cualitativas y cuantitativas de 20 uredios, 25 urediniosporas, 10 paráfisis uredinales, 20 telios y 25 teliosporas. La identificación del hongo a nivel de género se realizó con el uso de las claves especializadas de Cummins e Hiratsuka (2003), mientras que para la determinación de la especie se utilizaron las claves de Buriticá (1999).

Los resultados de la caracterización morfológica mostraron uredios subepidermales, errumpentes, elipsoidales, de 137-212 x 125-160 μm (Figura 1C-D); urediniosporas elipsoidales-obovoides, unicelulares, con color amarillo-anaranjado, sésiles, equinuladas, de 24-33 x 18-24 μm (Figura 1C-D). Paráfisis uredinales claviformes, aseptados, color amarillo claro, rectos o curvados, de 25-47 μm en longitud y de 7-10 μm de grosor en el ápice (Figura 1E). Telios subepidermales, no errumpentes, elipsoidales-ampuliformes, de 150-265 x 117-220 μm , y conteniendo de 8-12 capas de teliosporas (Figura 1F). Teliosporas cuboides-oblongas, unicelulares, subhialinas, sésiles, de 10.8-13.7 x 9.2-11.3 μm , y dispuestas irregularmente dentro del telio (Figura 1F). Los resultados anteriores coinciden con las características morfológicas de *Phakopsora arthuriana* Buriticá & J.F. Hennen (sin. *P. jatrophicola*) reportadas por Buriticá (1999), Gomes-Carneiro *et al.* (2009) y Kobayasti *et al.* (2011).

Phakopsora arthuriana se ha reportado previamente en distintas especies del género *Jatropha* en países de América como Brasil, Colombia, Costa Rica, Cuba, EEUU, Panamá, Perú, Puerto Rico, República Dominicana y Venezuela (Buriticá, 1999). En Brasil, Gomes-Carneiro *et al.* (2009), Vieira-Junior *et al.* (2009) y Kobayasti *et al.* (2011) recientemente documentaron a *P. arthuriana* causando defoliación total del tercio inferior y parcial del tercio medio de plantas de *J. curcas* en huertos comerciales para la producción de biocombustible. En Baja California, México, Buriticá (1999) reportó a *P. arthuriana* en hojas de *Jatropha canescens* (Benth.) Müll. Arg, sin embargo, este es el primer reporte de *P. arthuriana* en *Jatropha curcas* en México.

La importancia fitosanitaria y económica de la roya en *J. curcas* en México, radica en los altos niveles de incidencia y severidad en los que puede presentarse cuando las condiciones ambientales son favorables tal y como se observó en Xochitlán de Vicente Suárez, Puebla, ya que este

defoliation of the bottom half was observed. For the morphological characterization of the fungus, semi-permanent preparations in glycerin were made with longitudinal sections of the structures (uredinia and telia) present in the abaxial surface of the leaves. The qualitative and quantitative morphological characteristics of 20 uredinia, 50 urediniospores, 10 uredinial paraphyses, 20 telia and 50 teliospores were done with a light microscopy analysis at 400X magnification. The identification of the fungus genus was done with the use of Cummins and Hiratsuka (2003) specialized identification keys, while for the determination of the species the Buriticá identification keys (1999) were used.

The results of the morphological characterization showed subepidermal uredinia, erumpent, ellipsoid, 137-212 x 125-160 μm (Figure 1C-D); urediniospores were obovoid-ellipsoid, unicellular, yellow-orange color, sessile, echinulate, 24-33 x 18-24 μm (Figure 1C-D). Uredinial paraphyses were claviform, aseptate, pale yellow, straight or curved, 25-47 μm length and 7-10 μm thickness at the apex (Figure 1E). Telia were subepidermal, non-erumpent, ellipsoid-ampulliform, of 150-265 x 117-220 μm and containing 8-12 teliospores layers (Figure 1F). Teliospores were cuboid-oblong, unicellular, sub-hialines, sessiles of 10.8-13.7 x 9.2-11.3 μm and irregularly arranged inside the telia (Figure 1F). These results coincide with the morphological characteristics of *Phakopsora arthuriana* Buriticá & JF Hennen (syn. *P. jatrophicola*) reported by Buriticá (1999), Gomes-Carneiro *et al.* (2009) and Kobayasti *et al.* (2011).

Phakopsora arthuriana has been previously reported in different species of *Jatropha* genus in several american countries (Buriticá, 1999). In Brazil, Gomes-Carneiro *et al.* (2009), Vieira-Junior *et al.* (2009) and Kobayasti *et al.* (2011) documented the presence of *P. arthuriana* causing total defoliation of the lower third and partial defoliation on the middle third of *J. curcas* plants in commercial orchards for biofuel production. In Baja California, Mexico, Buriticá (1999) reported the occurrence of *P. arthuriana* in *Jatropha canescens* (Benth.) Müll. Arg leaves; however, this is the first report of *P. arthuriana* in *Jatropha curcas* in Mexico.

The phytosanitary and economic importance of leaf rust in *J. curcas* in Mexico, lies in the high levels of incidence and severity in which it can occur when environmental conditions are favorable as observed in Xochitlán de Vicente Suárez, Puebla, as this location has a humid temperate climate with rainfall throughout the year, which favored the disease progress. However, it is important to note that *J. curcas* commercial orchards established in Mexico, are located in places where subhumid warm climate prevails with summer rains, so possibly the pathogen has not been established and reported in these production sites.

Little is known about *P. arthuriana* management in commercial orchards of *J. curcas*. In Brazil, it is recommended to keep the remaining infected leaf debris accumulated inside the orchard, in order to reduce the primary inoculum source (Vieira-Junior *et al.*, 2009), and it is suggested the application of systemic fungicides based on thiophanate-methyl + flutriafol, pyraclostrobin +

municipio presenta un clima templado húmedo con lluvias todo el año, el cual favoreció el progreso de la enfermedad. No obstante, es importante señalar que las huertas comerciales de *J. curcas* establecidas en México, se encuentran en lugares donde predominan diferentes condiciones (clima cálido subhúmedo con lluvias en verano), por lo cual posiblemente el patógeno no se ha establecido y reportado en estos sitios de producción.

Poco se conoce sobre el manejo de *P. arthuriana* en huertos comerciales de *J. curcas*. En Brasil, se recomienda evitar que los restos de hojas infectadas queden acumulados en el huerto, con la finalidad de disminuir la fuente de inóculo primario (Vieira-Junior *et al.*, 2009), además se sugiere la aplicación de fungicidas sistémicos a base de tiofanato-metil + fuatrilfol, pyraclostrobin + epixiconazol, los cuales se han reportado como efectivos para el control de este patógeno (Roese *et al.*, 2008).

Adicionalmente a la detección de *P. arthuriana*, se observó un 30 % de uredios de la roya parasitados por picnidios de *Sphaerellopsis filum* (Biv.) B. Sutton (syn. *Darluca filum*) (Figura 1G). Este hongo se ha reportado hiperparasitando de manera natural alrededor de 30 géneros de Uredinales, entre los que se encuentra el género *Phakopsora*. La efectividad de *S. filum* se basa en su habilidad para degradar uredios, lo cual detiene el microciclo de propagación de urediniosporas y evita el desarrollo de nuevas infecciones (Lieseback y Zaspel, 2005).

Este estudio confirmó la presencia de *P. arthuriana* en plantas de *J. curcas* en Puebla, México, sin embargo, se sugiere realizar estudios epidemiológicos, análisis de riesgo, además de evaluar diferentes estrategias de control para elaborar un programa de manejo integrado de la enfermedad.

LITERATURA CITADA

- Buriticá CP. 1999. La familia Phakopsoracea en el Neotrópico III, géneros: *Batistopsora* y *Phakopsora*. Revista de la Academia Colombiana de Ciencias 23: 271-305.
- Cummins GB and Hiratsuka Y. 2003. Illustrated Genera of Rust Fungi. 3rd Edition. APS Press. St. Paul Minnesota, USA. 240p.
- Fairless D. 2007. Biofuel: The little shrub that could- maybe. Nature 449: 652-655.
- Gomes-Carneiro SMTP, Medeiros-Ramos AL, Romano E, Marianowski T e Oliveira JP. 2009. Ocorrência de *Phakopsora jatrophiicola* em pinhão manso no estado do Paraná. Summa Phytopathologica 35:73.
- Kobayashi L, Da Silva RA e Santaella AG. 2011. Ocorrência de ferrugem (*Phakopsora arthuriana*) do pinhão manso em Mato Grosso. Revista de Ciências Agro-Ambientais 9: 307-312.

epoxiconazole, which have been reported as effective for the control of this pathogen (Roese *et al.*, 2008).

In addition to the *P. arthuriana* detection, it was observed a 30 % of rust uredinia parasitized by picnidia of *Sphaerellopsis filum* (Biv.) B. Sutton (syn. *Darluca filum*) (Figure 1G). This fungus has been reported naturally hyperparasitizing about 30 uredinales genus, among them the *Phakopsora* genus. The effectiveness of *S. filum* effectiveness is based on their ability to degrade uredinia, which stops the urediniospores propagation micro-cycle and prevents the development of new infections (Lieseback and Zaspel, 2005).

This study confirmed the occurrence of *P. arthuriana* in *J. curcas* plants in Puebla, Mexico; however, it is suggested that epidemiological studies and risk analysis should be done, besides testing various control strategies to develop a program of integrated disease management.

- Lieseback M and Zaspel I. 2005. Biology and genetic diversity of the rust hyperparasite *Sphaerellopsis filum* in Central Europe. pp. 231-241. In: Pei MH and McCracken AR (eds.). Rust Diseases of Willow and Polar. CABI Publishing, Wallingford, UK. 264 p.
- Roese AD, Silva CJ, Goulart ACP, e Abrão JS. 2008. Ocorrência da ferrugem no Pinhão-Manso, em Mato Grosso do Sul, e efeito de alguns fungicidas no controle da doença. Comunicado Técnico, 145. Embrapa Agropecuária Oeste, Dourados, Brasil. 3p.
- SAGARPA, Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. 2011. Servicio de información agroalimentaria y pesquera. www.siap.gob.mx/index (consulta, diciembre 2012).
- Vieira-Junior JR, Fernandes CF, Rocha RB, Ramalho AR, Marcolan AL, Guedes MLO, Reis ND e Silva DSG. 2009. Ocorrência da ferrugem (*Phakopsora jatrophiicola*) em pinhão manso (*Jatropha curcas* L.) no Estado de Rondônia. Embrapa Rondônia 341: 1-4.