

Primer registro de *Phytophthora* en *Melocactus neryi* (Equisetopsida: Cactaceae) en los llanos centrales, estado Guárico, Venezuela

First record of *Phytophthora* on *Melocactus neryi* (Equisetopsida: Cactaceae) on the Central Llanos, Guárico state, Venezuela

Julio C. Romero-Briceño¹ y Dailin Valero-Vallenilla²

Resumen

En el presente trabajo se registra por primera vez el ataque producido por una especie no identificada del género *Phytophthora* sobre el cactus *Melocactus neryi* en los Llanos Centrales, estado Guárico, Venezuela. Se propone realizar más análisis de laboratorio para identificar la especie de *Phytophthora* y continuar el monitoreo fitopatológico en las poblaciones de *M. neryi*.

Palabras Clave: Podredumbre del *Melocactus*, Bosque Seco Tropical, estado Guárico, cactus globulares, Venezuela.

Abstract

In the present work the attack produced by an unidentified species of the genus *Phytophthora* on the cactus *Melocactus neryi* is recorded for the first time in the Central Llanos, Guárico state, Venezuela. Further laboratory analysis is proposed to identify the *Phytophthora* species, and to continue with phytopathological monitoring on the populations of *M. neryi*.

Keywords: *Melocactus* rot, Tropical Dry Forest, Guárico State, globular cactus, Venezuela.

Introducción

El epíteto del género *Phytophthora* de Bary se origina de las palabras griegas “phyton” planta, y “phthora” destrucción, “destructor de plantas” (Blackwell 1949). El género posee ca. 100 especies (se estima que hay 150 por describir véase: Brasier, 2009), se incluye dentro de la clase Oomycetes, familia Pythiaceae y representan un grupo de hongos filamentosos que forman parte del supergrupo Chromalveolata de los Eucariotes (Ald et al. 2005). Al presente, numerosas especies de *Phytophthora* se han registrado como una enfermedad de comportamiento

policíclico en Angiospermas (e.j. *Solanum tuberosum* L.) logrando desarrollarse como una epidemia en determinados rangos de temperatura (Harrison 1992). Algunas especies de *Phytophthora* son patógenos de plantas de gran importancia económica para la humanidad, pudiendo destruir totalmente plantaciones en poco tiempo, razón por la cual se considera el problema más serio para la producción de rubros hortícolas a nivel mundial (Agrios 1991; Hass et al. 2009). Por ejemplo *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary, fue el agente causante del tizón tardío de las papas que provocó la gran hambruna en Irlanda entre 1845 y 1849, originando una

¹Andes Proadventures, Tour Operator. Miraflores 590 Oficina 6. Apartado postal 8320065. Santiago de Chile. CHILE. andesproadventures@gmail.com ²Universidad Central de Venezuela. Facultad de Humanidades y Educación. Escuela de Geografía. Caracas. Venezuela. dailin_7@gmail.com

masiva migración de irlandeses a Estados Unidos (Bourke 1964; Lucas et al. 1991; Hannukkala 2012; Fisher et al. 2012; Birch & Cooke 2013). Así mismo, en Venezuela la especie *P. infestans* ha causado pérdidas hasta del 100% en este cultivo (Maffei et al. 1999; Escalante y Armas 2004). Actualmente las devastaciones causadas por este patógeno oomiceto continúan apareciendo en nuevos lugares y sus poblaciones en todo el mundo están en flujo, con cambios que tienen implicaciones importantes para el manejo de la enfermedad (Fry et al. 2015). En conexión a lo anterior, se sabe mucho acerca de las enfermedades infecciosas emergentes de las plantas de cultivo, pero hay poca información sobre plantas silvestres, lo que sugiere que su impacto en la conservación *ex situ* está subestimado (Anderson et al. 2004), especialmente en “los cactus”, el quinto grupo taxonómico más amenazado de extinción (Goettsch et al. 2015).

El objetivo de la presente contribución es registrar por primera vez el ataque producido por el género *Phytophthora* sobre la familia Cactaceae, específicamente en *Melocactus neryi* K. Schum, en condiciones de su hábitat natural en los Llanos Centrales bajos de Venezuela. *M. neryi* es una de las pocas especies de la familia Cactaceae que se distribuye a lo largo del Orinoco medio (Nassar et al. 2013), la misma se ha visto afectada por una enfermedad causada por un especie no identificada del género *Phytophthora*.

Aspectos generales del área de estudio

El caso de estudio se registró al sur del estado Guárico, Venezuela, específicamente en el sector denominado la mesa “La Malena” (UTM: 814048,382E; 937399,814N), parroquia Espino, municipio Valle de la Pascua (Fig. 1).

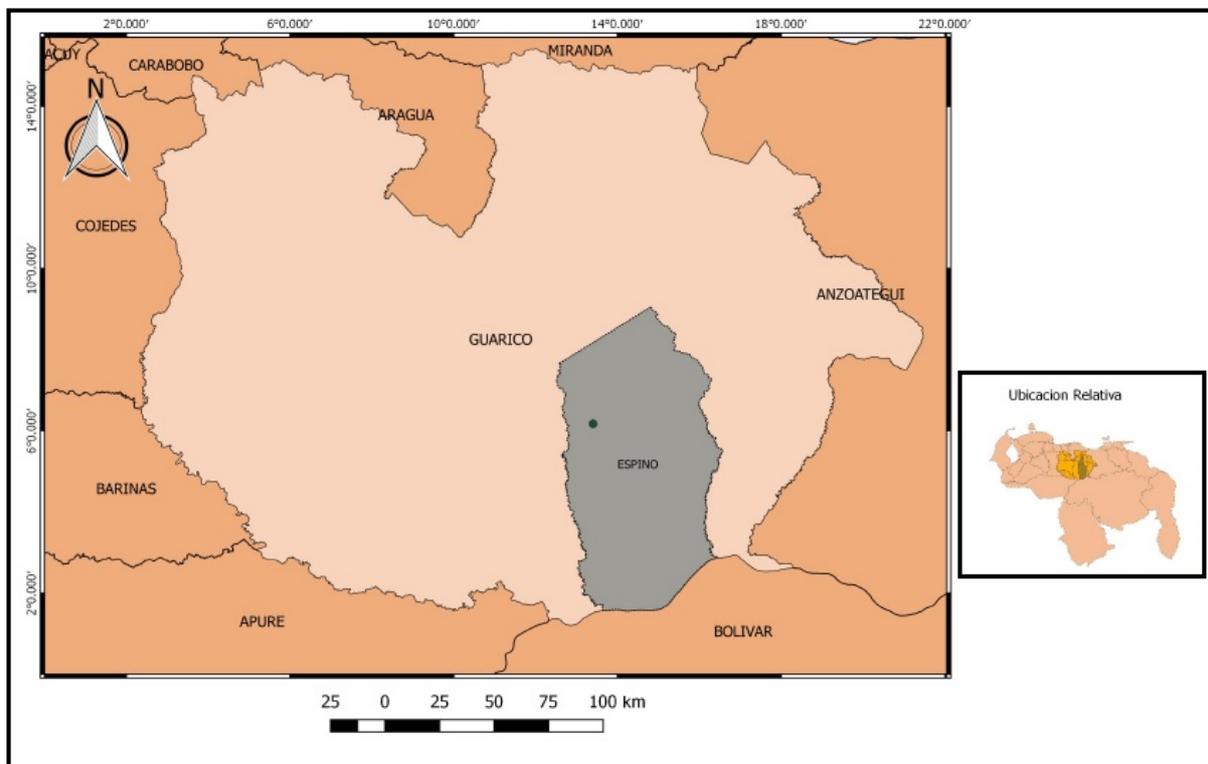


Figura 1. Ubicación geográfica del área de estudio.

La región corresponde a la zona de vida de Bosque muy seco tropical (BMST) según la formulación climática de Holdridge (1967) y adaptada para Venezuela por Ewel *et al.* (1976). De acuerdo a los datos de la estación meteorológica Valle de la Pascua-2589 (Gua) Alt. 196 m snm (INAMEH 2014), la temperatura media anual es de 28 °C y la precipitación media anual se encuentra entre 900 y 1200 mm. El período seco se presenta de noviembre a marzo, y el lluvioso de mayo a octubre (las máximas precipitaciones se registran en junio, julio y agosto). El terreno del área de estudio se presenta con un relieve colinoso y fuertemente ondulado con cubierta continua de gravas y con pendientes de 3-9 % y 9-15 %, conformado por áreas severamente erodadas, moderadamente escarpadas y fuertemente pedregosas. En este sector predominan suelos con texturas medias (Fa, FAa, FA), bien drenados en donde nacen varios cuerpos intermitentes de agua que finalmente drenan a los morichales cercanos.

La vegetación del área de estudio se caracteriza por distintos tipos fisonómicos, cuya diferencia se basan en la mayor o menor cobertura y densidad de los individuos leñosos que interrumpen la continuidad de la matriz graminoide; entre estas comunidades vegetales se observaron la sabana densamente arbolada, medianamente y poco arbolada o inarbolada. El sotobosque de estas comunidades, se caracteriza por una cubierta discontinua de las macollas de *Trachypogon spicatus* (Lf.) Kuntze. El estrato arbustivo se constituye principalmente por individuos aislados y achaparrados de *Curatella americana* L. (“Chaparro”), *Byrsonimia crassifolia* Steud. (“Manteco”), *Bowdichia virgilioides* Kunth. (“Alcornoque”) y *Roupala montana* Aubl. (“Carne asada”), generalmente estas asociaciones están asociadas a los bordes de mesa y los lomeríos bajos y medios (San José & Montes 1989; Veillón 1997; Aymard 2005, 2007, 2011; Huber 2007, 2008).

Melocactus neryi K. Schum. (Fig. 2)

Tipo: BRAZIL. Arazá Fluss, estado de Amazonas, ilustr. In Monatschr. Kakt.-Kunde 11: 168-172. 1901. Lectotipo designado por N.P. Taylor, véase Bradleya 9: 58. 1991.

Melocactus guaricensis Croizat Tipo: Venezuela, Guárico. ca. 20 al norte de Parmana, Laguna Parmanita, 19 de Abril 1950, L. Croizat Ch. s/n. (CAR, F).

Nombre común: Pichigüey, Melón, Melón sabanero.

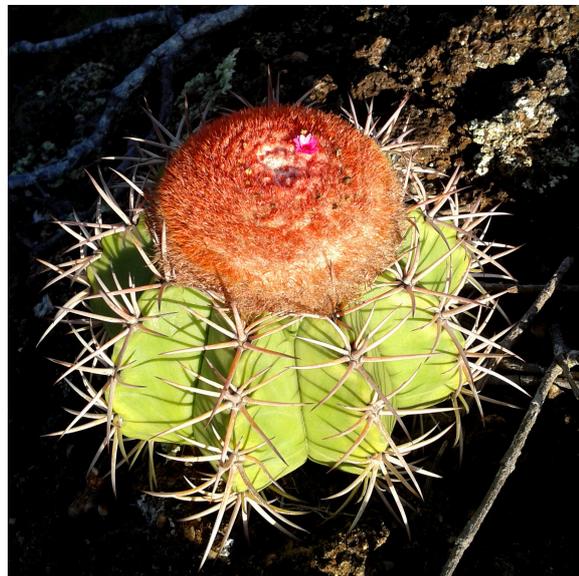


Figura 2. *Melocactus neryi* (Foto Julio C. Romero Briceño).

Planta pequeña subglobosa, de color verde oscuro a verde amarillento, de 5-20 cm de alto y 6-20 cm de diámetro, generalmente con 9 a 15 costillas. Areolas pequeñas casi invisibles, ocupadas totalmente por la implantación de las espinas, no afieltradas, poco distantes (1,5-2 cm), con espinas de color gris claro a marrón rojizo con la edad, fuertes y gruesas, muy recurvadas hasta excepcionalmente ganchudas, superponiéndose entre sí, más en sentido horizontal que vertical; generalmente solo una espina central curva hacia arriba de 3-4 cm de largo y 7 espinas radiales de 2,5 cm de largo. Cefalio pequeño de 4 a 20 cm de

diámetro y 5 cm de alto, con lanosidad densa de color blanco y espinas rojizas-anaranjadas salientes. Flores sumergidas en el cefalio, algunas veces apenas por encima, de color rosa a púrpura carmesí, 18-22 mm de largo y de 8-10 mm de diámetro. Frutos obconicos, de color rosa a lila de 10 a 20 mm. (Fig. 3 y 4). Semillas negras.



Figura 3. Antesis sobre el cefalio, conjuntamente flores siendo polinizadas por un ejemplar de *Hymenoptera* (Foto Julio C. Romero-Briceño).



Figura 4. Detalle del fruto (Foto Julio C. Romero-Briceño).

Distribución y hábitat: Especie distribuida en Brasil (Amazonas), Suriname (Nickerie y Saramacca) y en Venezuela en los estados Amazonas, Apure, Bolívar y Guárico entre 0-600 m snm (Taylor 1991; Hunt *et al.* 2006; Hunt 2013; Trujillo 1997, 2008; Duno de S.

2007). En Venezuela *M. neryi* es de distribución restringida, asociada principalmente a los afloramientos rocosos distribuidos a lo largo del Orinoco medio, quizás la especie se haya originado a partir de un ancestro de más amplia distribución durante períodos más secos durante el Pleistoceno (Nassar *et al.* 2013). Generalmente la planta crece en grietas y sobre lajas arenisco-ferruginosas de color rojo a negro y amarillo pálido, con muy escaso sustrato orgánico, siempre muy húmedo (Fig. 5 y 6). Además estas rocas son utilizadas como hábitat de refugio de *Tropidurus hispidus* Spix (“Guaripete”), lagarto que utiliza los frutos de *M. neryi* como alimento, logrando a su vez dispersar las semillas (*Obs. pers.*).



Figura 5. Población de *M. neryi* (Foto Julio C. Romero-Briceño).



Figura 6. Plantas de *M. neryi* creciendo sobre grietas en rocas ferruginosas (Foto Julio C. Romero-Briceño).

Ataque producido por *Phytophthora* en *M. neryi*:

Durante algunas visitas realizadas al río Manapire desde Valle la Pascua, pasando por mesa La Malena desde Marzo de 2013 a septiembre de 2014, se apreció que casi la totalidad de las cactáceas globulares (*M. neryi*), mostraban síntomas de muerte regresiva, mientras que otra gran cantidad tenía cáncer en las costillas y cefalio de las plantas. El diagnóstico de incidencia de estas lesiones fue calculado considerando el número de plantas afectadas y el número total de plantas, para luego derivar la proporción de plantas enfermas, resultando una incidencia de ataque de 80 %. Observando que la mayor severidad de estas lesiones se encontraron en plantas adultas. Se tomaron muestras y se trasladaron al laboratorio de Fitopatología de la UNELLEZ-Guanare, para lograr determinar la identidad de los posibles patógenos involucrados. A partir de las costillas de estas muestras se cortaron piezas de tejidos enfermos, algunos de los cuales se utilizaron para realizar aislamientos en medios de cultivo y otros fueron cultivados en cámara húmeda. De las siembras realizadas se obtuvieron aislamientos de *Phytophthora* sp., el cual se identificó por la morfología y el tamaño de las estructuras reproductivas (esporangios y zoosporas). El micelio se observó hialino con esporangios ovoides incoloros y zoosporas reniformes. A los fines de comprobar la capacidad infecciosa de este patógeno, se realizaron inoculaciones en plántulas de *M. neryi* de 4 cm de altura, las cuales se encontraban creciendo bajo condiciones controladas de invernadero. Como inóculo se utilizaron hisopos flexibles con puntas de algodón, los cuales después de haber sido esterilizados fueron impregnados con medio de papa-dextrosa agar, colocándose por 2 días en contacto con el cultivo de *Phytophthora* sp. La punta del hisopo colonizado se aplicó a la porción axilar de las costillas de las plántulas, cuya epidermis fue

previamente lesionada con un Bisturí. Las plántulas utilizadas como control se colocaron cercanas de las inoculadas, ambas se dejaron incubando en el invernadero. Desde ese momento las plántulas fueron examinadas periódicamente para observar el desarrollo de la infección. Es entonces que a partir de los tejidos inoculados se realizaron aislamientos para comprobar los postulados de Koch (Agrios 1991).

Las pruebas de patogenicidad fueron exitosas y permitieron reproducir síntomas parecidos a los observados en el hábitat natural de *M. neryi*. A los 20 días después de la inoculación, las plántulas mostraron síntomas de infección. Tres meses más tarde las costillas de las plántulas mostraban lesiones cancerosas hundidas y las areolas estaban parcialmente necrosadas. El cáncer comienza como manchas inconspicuas, irregulares, aceitosas de color pardo amarillento posteriormente se vuelve negra, las cuales con el tiempo muestran coalescencia mayormente en la base del tallo de la planta, hasta que la infección comienza a extenderse ascendiendo por el borde de las costillas en donde todo el tejido superficial de la planta se va hundiendo hasta agrietar y convertirse de una manera corchosa, afectando las areolas, espinas y el cefalio en donde la planta finalmente muere (Fig. 7, 8, 9, 10, 11 y 12). En las pruebas de inoculación realizadas en el invernadero, las plántulas no murieron porque sólo se hicieron heridas muy superficiales en la corteza. En hábitat la infección tiene lugar a través de una herida o una grieta natural de la corteza del tallo incluyendo las areolas, en condiciones húmedas en o alrededor de la base del tronco del cactus.

Conclusiones

Los resultados del presente estudio confirmó que se necesitan realizar más análisis de laboratorio para identificar la especie de *Phytophthora*. Se observó que las plantas

adultas de *M. neryi* son más propensas a ser infectadas, y es posible que *Phytophthora* sp., no sea el único microorganismo asociado a la podredumbre y ennegrecimiento del tallo en los ejemplares de *M. neryi*. Probablemente la penetración y diseminación de *Phytophthora* sp., es facilitada por insectos, el agua de lluvia y por vía aérea, hasta llegar y pasar entre las fisuras, cortes y otros daños presentes en el cactus, una vez dentro, el patógeno se verá beneficiado por las condiciones del tejido vegetal, abundante en agua y nutrientes, por lo que empezará a hacer uso de esos recursos, provocando la progresiva pudrición al tejido vegetal del cactus.



Figura 7. Lesiones costrosas en plántulas de aproximadamente dos años de edad (Foto Julio C. Romero-Briceño).



Figura 8. El cancer se hace presente en la base de la planta, afectando tejidos superficiales (Foto Julio C. Romero-Briceño).



Figura 9. El cancer se hace presente principalmente al borde de las costillas de la planta (Foto Julio C. Romero-Briceño).



Figura 10. Las lesiones del cancer coalescen y cubren casi toda la planta (Foto Julio C. Romero-Briceño).



Figura 11. *M. neryi* totalmente muerto a causa del ataque de *Phytophthora* (Foto Julio C. Romero-Briceño).

Sin duda que la especie no identificada de *Phytophthora* es una enfermedad emergente de preocupación significativa para la conservación de la familia de las cactáceas.

Por lo que recomienda mejorar las estrategias de monitoreo fitopatológico para descartar algún nuevo linaje virulento.

En cuanto a *M. neryi*, la proporción de plantas enfermas de esta especie sugiere reclasificar este taxón de la categoría Preocupación Menor (Nassar & Taylor 2013), a la categoría de Vulnerable (VU), bajo el criterio A4e, pues se sospecha una reducción de la población $\geq 30\%$ en 20 años (IUCN, 2016), y esta amenaza de patógenos continua apareciendo en otras cactáceas (Romero-Briceño et al. 2010).

Finalmente, este caso constituye la segunda especie de un cactus neotropical en la que se detecta una enfermedad o un caso de un patógeno emergente, los dos en Venezuela.



Figura 12. Plántulas de *M. neryi* totalmente muertas a causa del cancer (Foto Julio C. Romero-Briceño).

Agradecimientos

El autor agradece al personal del laboratorio de Fitopatología de la UNELLEZ-Guanare, estado Portuguesa por su ayuda en la realización de los procedimientos necesarios para la identificación del microorganismo. A los profesores M. Zapata y L. Mieres por haber brindado apoyo durante los trabajos de campo, a la compañía Proyectos y

Construcciones LUVISAN, por la logística prestada, a G. Aymard (PORT) y un revisor anónimo por los comentarios al manuscrito.

Bibliografía

- Adl, S., A. Simpson, M. Farmer, R. Andersen, O. Anderson, J. Barta, S. Bowser, G. Brugerolle, R. Fensome, S. Fredericq, T. James, S. Karpov, P. Kugrens, J. Krug, C. Lane, L. Lewis, J. Lodge, D. Lynn, D. Mann, R. McCourt, L. Mendoza, O. Moestrup, S. Mozley-Standridge, T. Nerad, C. Shearer, A. Smirnov, F. Spiegel & M. Taylor. 2005. The new higher level classification of Eukaryotes with emphasis on the taxonomy of Protists. *Eukaryotic Microbiology* 52: 399-451.
- Agrios, G. 1991. *Fitopatología*. Ed. Limusa. México. D.F. 819 pp.
- Anderson, P.K., A.A. Cunningham, N.G. Patel, F.J. Morales, P.R. Epstein & P. Daszak. 2004. Emerging infectious diseases of plants: pathogen pollution, climate change and agrotechnology drivers. *Trends Ecol Evol*. 19: 535-544.
- Aymard, G. 2011 (Ed.). *Bosques de Venezuela: Un homenaje a Jean Pierre Veillon*. Rev. Biollania. (Edic. Esp.) 10. 1-333.
- Aymard, G. 2007. Consideraciones generales sobre la composición florística y diversidad de los bosques de los llanos de Venezuela. Pp. 59-72. En: *Catálogo Anotado e Ilustrado de la Flora Vascular de los Llanos de Venezuela*, Duno de Stefano R, G. Aymard y O. Huber (Eds.), FUDENA-Fund. Polar-FIBV. Caracas, Venezuela.
- Aymard, G. 2005. *Bosques de los Llanos de Venezuela: consideraciones generales sobre su estructura y composición florística*. Pp. 19-48. En: *Tierras llaneras de Venezuela*, J.M. Hetier y R. López F. (Eds.), Serie Suelos y Clima SC-77. IRD-CIDIAT. Mérida, Venezuela.
- Birch, P. R., & Cooke, D.E. 2013. The early days of late blight. *eLife*, 2: 1-3.
- Blackwell, E. 1949. Terminology in *Phytophthora*. *Mycol. Pap.* 30. C.M.I. Kent. Surrey, England (30): 1-24 p.
- Brasier C. M, 2009. *Phytophthora biodiversity: how many Phytophthora species are*

- there? In: *Phytophthoras in Forests and Natural Ecosystems*. M. E. Goheen & J. S. Frankel (Eds), USDA Forest Service: General Technical Report PSW-GTR-221: 101-115.
- Bourke P.M. 1964. Emergence of potato blight, 1843-46. *Nature* 203: 805-808.
- Duno de Stefano. 2007. Cactaceae. Pp. 411-414. En: *Catálogo anotado e ilustrado de la Flora vascular de los Llanos de Venezuela*. R. Duno de Stefano, G. Aymard y O. Huber (eds.). FUDENA. Fundación Empresas Polar. FIBV. Caracas, Venezuela.
- Escalante, M. y C. Armas. 2004. Evaluación económica y epidemiológica en el manejo del tizón tardío de la papa en Las Playitas, estado Táchira, Venezuela. *Bioagro* 16(3): 189-196.
- Ewel, J.J., A. Madriz, J.A. Tosi Jr. 1976. Zonas de vida de Venezuela. Memoria explicativa sobre el mapa ecológico. 2ª edición. MAC-FONAIAP, Caracas.
- Fisher, M., D. Henk, C. Briggs, J. Brownstein, L. Madoff, S. McCraw, S. Gurr. 2012. Emerging fungal threats to animal, plant and ecosystem health. *Nature* 484: 186–194.
- Fry, W., P. Birch, H. Judelson, N. Grünwald, G. Danies, K. Everts, A. Gevens, B. Gugino, D. Johnson, S. Johnson, M. McGrath, K. Myers, J. Ristaino, G. Secor & C. Smart. 2015. Five reasons to consider *Phytophthora infestans* a reemerging pathogen. *Phytopathology* 105: 966-981.
- Goettsch, B., C. Hilton-Taylor, G. Cruz-Piñón, J. Duffy, A. Frances, H. Hernández, R. Inger, C. Pollock, J. Schipper, M. Superina, N. Taylor, M. Tognelli, A. Abba, S. Arias, H. Arreola-Nava, M. Baker, R. Bárcenas, D. Barrios, P. Braun, C. Butterworth, A. Búrquez, F. Caceres, M. Chazaro-Basañez, R. Corral-Díaz, M. Perea, P. Demaio, W. Duarte de Barros, R. Durán, L. Yancas, R. Felger, B. Fitz-Maurice, W. Fitz-Maurice, G. Gann, C. Gómez-Hinostrosa, L. Gonzales-Torres, M. Griffith, P. Guerrero, B. Hammel, K. Heil, J. Hernández-Oria, M. Hoffmann, M. Ishihara, R. Kiesling, J. Larocca, J. León-de la Luz, C. Loaiza, M. Lowry, M. Machado, L. Majure, J. Martínez, C. Martorell, J. Maschinski, E. Méndez, R. Mittermeier, J. Nassar, V. Negrón-Ortiz, L. Oakley, P. Ortega-Baes, A. Pin, D. Pinkava, J. Porter, R. Puente-Martinez, J. Roque, P. Saldivia, E. Sánchez, M. Smith, J. Sotomayor M. del C., S. Stuart, J. Tapia, T. Terrazas, M. Terry, M. Trevisson, T. Valverde, T. Van Devender, M. Véliz-Pérez, H. Walter, S. Wyatt, D. Zappi, J. Zavala-Hurtado & K. Gaston. 2015. High proportion of cactus species threatened with extinction. *Nature Plants* 142: 1-7.
- Hannukkala, A.O., 2012. History and consequences of migrations, changes in epidemiology and population structure of potato late blight, *Phytophthora infestans*, in Finland from 1845 to 2011. PhD Thesis MTT Science. MTT Agrifood Research Finland, Jokioinen. <http://www.mtt.fi/mtttiede/pdf/mtttiede18.pdf>
- Haas, B.J., S. Kamoun, M. Zody, R. Jiang, R. Handsaker, L. Cano, M. Grabherr, C. Kodira, S. Raffaele, T. Torto-Alalibo, T. Bozkurt, A. Ah-Fong, L. Alvarado, V.L. Anderson, M. Armstrong, A. Avrova, L. Baxter, J. Beynon, P. Boevink, S. Bollmann, J. Bos, V. Bulone, G. Cai, C. Cakir, J. Carrington, M. Chawner, L. Conti, S. Costanzo, R. Ewan, N. Fahlgren, M. Fischbach, J. Fugelstad, E. Gilroy, S. Gnerre, P. Green, L. Grenville-Briggs, J. Griffith, N. Grünwald, K. Horn, N. Horner, C. Hu, E. Huitema, D. Jeong, A. Jones, J. Jones, R. Jones, E. Karlsson, S. Kunjeti, K. Lamour, Z. Liu, L. Ma, D. Maclean, M. Chibucos, H. McDonald, J. McWalters, H. Meijer, W. Morgan, P. Morris, C. Munro, K. O'Neill, M. Ospina-Giraldo, A. Pinzón, L. Pritchard, B. Ramsahoye, Q. Ren, S. Restrepo, S. Roy, A. Sadanandom, A. Savidor, S. Schornack, D. Schwartz, U. Schumann, B. Schwessinger, L. Seyer, T. Sharpe, C. Silvar, J. Song, D. Studholme, S. Sykes, M. Thines, P. Van de Vondervoort, V. Phuntumart, S. Wawra, R. Weide, J. Win, C. Young, S. Zhou, W. Fry, B. Meyers, P. Van West, J. Ristaino, F. Govers, P. Birch, S. Whisson, H. Judelson & C. Nussbaum. Genome sequence and

- analysis of the Irish potato famine pathogen *Phytophthora infestans*. *Nature* 461:393–8.
- Harrison, J. 1992. Effects of the aerial environment on late blight of potato foliage- a review. *Review Plant Pathology* 41(4): 384-416.
- Holdridge, L.R. 1967. Life zone ecology. Tropical Science Center, San José, Costa Rica.
- Huber, O. 2008. Breve síntesis de los grandes paisajes vegetales de Venezuela. Pp. 41-56. En: Nuevo catálogo de la flora vascular de Venezuela. Hokche O., P.E. Berry y O. Huber. (Eds.), Fundación Instituto Botánico de Venezuela Dr. Tobías Lasser, Caracas, Venezuela.
- Huber, O. 2007. Sabanas de los Llanos Venezolanos. Pp. 73-87. En: Catálogo Anotado e Ilustrado de la Flora Vascular de los Llanos de Venezuela, Duno de Stefano R, G. Aymard y O. Huber (Eds.), FUDENA-Fund. Polar-FIBV. Caracas, Venezuela.
- Hunt, D.H. 2013. The New Cactus Lexicon Illustrations. DH Books. Milborne Port. UK. 527 p.
- Hunt, D.H., N. Taylor & G. Charles. 2006. The New Cactus Lexicon: DH Books. Milborne Port. UK. 373 p.
- IUCN. 2016. Guidelines for using the IUCN red list categories and criteria. Version 12. Prepared by the standards and petitions Subcommittee. IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, England. <http://www.iucnredlist.org/documents/RedListGuidelines.pdf>.
- Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMEH). <http://www.inameh.gob.ve> [05/2014].
- Lucas, J.A., R. Shattock & D.S. Shaw. 1991. *Phytophthora* based on a symposium held at Trinity College, Dublin, Ireland September 1989. British Mycological Society, Cambridge University Press, Cambridge, UK. 446 p.
- Maffei, M., I. Quintero y R. García. 1999. Combinación de fungicidas protectivos y sistémicos para el control químico de la Candelilla tardía de la papa *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary, en Mucuchíes, estado Mérida, Venezuela. *Rev. Fac. Agron. (LUZ)*. 16: 517-527.
- Nassar, J. & N.P. Taylor. 2013. *Melocactus neryi*. The IUCN Red List of Threatened Species 2013. 28-Jul-2017. <http://www.iucnredlist.org/details/152562/0>
- Nassar, J. M, G. Velázquez, J. C. Romero-Briceno y E. Medina. 2013. Las cactáceas como elementos de caracterización de ambientes áridos y semiáridos en Venezuela. Pp. 97-123. En: Recorriendo el paisaje vegetal de Venezuela, Medina E., O. Huber, J. M. Nassar & P. Navarro (Eds.), Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas (IVIC). Caracas, Venezuela.
- Romero-Briceno, J.C., G. Aymard, J.E. García-Pérez, L. Mieres y P. Tovar-Siso. 2010. Necrosis del Pichigüey, primer reporte de una enfermedad para los cactus globulares venezolanos en el matorral xerófilo de Carache, Cordillera de Mérida. *Boletín de la Sociedad Latinoamericana y del Caribe de Cactáceas y otras Suculentas* 7(3): 10-12.
- San José, y R. Montes 1989. Evaluación de la productividad regional: Las sabanas de *Trachypogon* de los Llanos del Orinoco. *La Naturaleza y sus Recursos* (No. Esp.): 5-18.
- Taylor, N.P. 1991. The genus *Melocactus* in central and South America. *Bradleya* 9: 1-80.
- Trujillo, B. 1997. Cactaceae. Flora of the Venezuelan Guayana. 4: 732-749.
- Trujillo, B. 2008. Cactaceae. Pp. 292. En: Nuevo catálogo de la flora vascular de Venezuela. O. Hokche, P. E. Berry & O. Huber. Instituto Botánico Dr. Tobías Lasser. Caracas, Venezuela.
- IUCN. 2001. Categorías y Criterios de la Lista Roja de la UICN: Versión 3.1. Comisión de Supervivencia de Especies de la UICN. UICN, Gland, Suiza y Cambridge, Reino Unido. ii + 33 p.
- Veillón, J. P. 1997. Los Bosques naturales de Venezuela. Parte III. Los Bosques Tropófilos o Veraneros de la zona de vida de Bosque Seco Tropical. ULA-Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales, IFLA, Mérida. 127 p.