

Identification of associated fungi of diseases in *Cereus jamacaru* and *Cereus hildmannianus*

Identificación de hongos asociados a las enfermedades de *Cereus jamacaru* y *Cereus hildmannianus*

Rommel dos Santos Siqueira-Gomes*, José Thiago Aires-Souza, Program of Graduate in Agronomy, Federal University of Paraíba, Rodovia PB 079-Km 12-Caixa Postal 66 - CEP 58397-000-Areia, Brazil; **Gabriel Ginane-Barreto**, Bachelor in Biological Sciences, Center of Agrarian Sciences, Federal University of Paraíba, Areia, Brazil; **Luciana Cordeiro do-Nascimento**, Department of Plant Science and Environmental Sciences, Federal University of Paraíba, Areia, Brazil. *Corresponding author: pratacca@gmail.com.

Recibido: 06 de Febrero, 2020.

Aceptado: 19 de Marzo, 2020.

dos Santos Siqueira-Gomes R, Aires-Souza JT, Ginane-Barreto G and Cordeiro-do Nascimento L. 2020. Identification of associated fungi of diseases in *Cereus jamacaru* and *Cereus hildmannianus*. Mexican Journal of Phytopathology 38(2).

DOI: 10.18781/R.MEX.FIT.2002-3

Primera publicación DOI: 01 de Abril, 2020.

First DOI publication: April 01, 2020.

Resumen. Aunque los cactus están bien adaptados a los climas semiáridos brasileños, corren el riesgo de verse afectados por importantes problemas fitosanitarios, causando graves daños a su desarrollo. Por lo tanto, el diagnóstico correcto del agente etiológico es el paso más importante para apoyar la recomendación de estrategias de control eficientes. El objetivo de este estudio fue identificar agentes etiológicos causantes de enfermedades en cladodios de mandacaru (*Cereus jamacaru*) y mandacaru sin espinas (*C. hildmannianus*). Los

Abstract. Although cacti are well adapted to the climatic rigors of the Brazilian semiarid region, they run the risk of being affected by important phytosanitary problems. These problems cause serious damage during their development. Therefore, the correct diagnosis of the etiologic agent is the most important step to enable the recommendation of efficient control strategies. The objective of this study was to identify etiological agents that caused diseases in mandacaru cladodes (*Cereus jamacaru*) and mandacaru spineless (*C. hildmannianus*). The cladodes were collected from infected plants in the field in the Sítio Paraíso community, in the municipality of Prata, State of Paraíba, Brazil. They were analyzed at the Phytopathology Laboratory/CCA/UFPB. The fungal structures were observed under optical microscopy, from vegetative and reproductive structures of the fungi grown in PDA (potato-dextrose-agar) medium at 25 ± 2 °C and under a photoperiod of 12 h of light. The genera were observed: *Aspergillus niger*, *Aspergillus* sp., *Cladosporium* sp., *Colletotrichum* sp., *Curvularia*

cladodios se recolectaron de plantas infectadas en condiciones de campo en la comunidad de Sítio Paraíso, en el municipio de Prata, Estado de Paraíba, Brasil, y se enviaron para su análisis en el Laboratorio de Fitopatología/CCA/UFPB. Las estructuras fúngicas se observaron bajo el microscopio óptico, a partir de estructuras vegetativas y reproductivas de los hongos cultivados en medio PDA (papa-dextrosa-agar) a 25 ± 2 °C y bajo 12 h de fotoperíodo de luz. Los géneros que se observaron fueron: *Aspergillus niger*, *Aspergillus* sp., *Cladosporium* sp., *Colletotrichum* sp., *Curvularia* sp., *Fusarium* sp., *Rhizopus* sp. y *Scytalidium lignicola*. Los hongos *Colletotrichum* sp. y *S. lignicola* se consideran los primeros informes en cladodios de *Cereus jacamaru* y *C. hildemannianus* en el Estado de Paraíba, Brasil.

Palabras clave: Cactaceae, mandacaru, noroeste, sanidad, semiárido brasileiro

La familia de las cactáceas es endémica del continente americano, donde presenta una alta riqueza de especies y abundancia. La familia incluye más de 1,500 especies distribuidas a nivel mundial, habitando diferentes ambientes, desde tierras secas hasta selvas húmedas. Han evolucionado hasta adaptarse morfológicamente y fisiológicamente a climas extremos (Cavalcante *et al.*, 2013). Las cactáceas suelen ser usadas como plantas ornamentales, aunque también crecen como plantas salvajes en regiones áridas y semiáridas. Además, pueden ser usadas como parte importante de la nutrición humana, debido a la calidad y el sabor de sus frutos, que se pueden consumir frescos, y los jóvenes cladodios pueden ser usados como vegetales en ensaladas (Shetty *et al.*, 2012).

El mandacaru (*Cereus jamacaru*) y otras cactáceas nativas presentan una amplia distribución en

sp., *Fusarium* sp., *Rhizopus* sp. and *Scytalidium lignicola*. The fungi *Colletotrichum* sp. and *S. lignicola* are considered the first reports of episodes of *Cereus jacamaru* and *C. hildemannianus* in State of Paraíba, Brazil.

Key words: Cactaceae, mandacaru, northeast, health, Brazilian semiarid region

The family Cactaceae is native to the American continent, where it displays high species richness and abundance. The family includes over 1,500 species distributed worldwide, inhabiting different environments from drylands to wet forests. They have evolved to be morphologically and physiologically adapted to extreme climates (Cavalcante *et al.*, 2013). Cacti often used as ornamental plants, but they also grow as wild plants in arid and semiarid regions. Moreover, they can be used as an important part of human nutrition due to the quality and flavor of their fruit, which can be consumed fresh, and the use of young cladodes as vegetables in salads (Shetty *et al.*, 2012).

Mandacaru (*Cereus jamacaru*) and other native cacti are widely distributed in the Caatinga biome, and their presence is important to the fauna and flora of the ecosystem. Mandacaru is used as a source of water during long droughts. In Brazil, it is also used as a strategic forage resource by producers to meet the nutritional demand of ruminants in the dry season (Silva *et al.*, 2010). *Cereus hildemannianus*, a spineless type of mandacaru, is used as an ornamental plant, and it is nutritious for animals due to its high protein content of 10.7% (Silva *et al.*, 2017). As a forage alternative, the spineless mandacaru may represent an advance in animal nutrition. The absence of spines facilitates its cultivation as well as the feeding process to livestock (Santos and Souza, 2016).

el bioma de Caatinga y su presencia es importante para la fauna y la flora del ecosistema. El mandacaru es utilizado como Fuente de agua durante sequías prolongadas. En Brasil, también se usa como forraje estratégico por parte de productores para satisfacer la demanda nutricional de rumiantes en épocas de sequía (Silva *et al.*, 2010). *Cereus hildmannianus*, un tipo de mandacaru sin espinas, es usado como planta ornamental y es nutritivo para los animales, debido a su elevado contenido de proteínico de 10.7% (Silva *et al.*, 2017). Como alternativa de forraje, el mandacaru sin espinas puede representar un avance en la nutrición animal. La ausencia de espinas facilita su cultivo, así como el proceso de alimentación de ganado (Santos y Souza, 2016).

Estas cactáceas son sujetas a ataques de patógenos, en especial de hongos, que preferencialmente afectan la porción apical del cladodio. *Colletotrichum gloeosporioides*, *Dichotomophthora cactacearum*, *Lasiodiplodia theobromae*, *Phoma* sp., *Phytophthora* sp., y *Scytalidium lignicola*, fueron identificados entre otros como patógenos de plantas de mandacaru (*C. jamacaru*) en el estado brasileño de Ceará (Freire, 2009). Sin embargo, pocos estudios han descrito el daño causado por enfermedades fúngicas a plantas del género *Cereus*. Tales estudios podrían identificar la etiología de la enfermedad y coadyuvar en el desarrollo de estrategias de manejo.

La introducción de nuevas variedades de plantas ornamentales se ha visto acelerada, en especial mediante el uso de semillas, cortes y otros propágulos sin certificación. Estos pueden ingresar nuevos patógenos al país. Por ende, la presencia de hongos puede conducir a pérdidas significativas relacionadas con enfermedades, debido al uso de semillas o propágulos contaminados o infectados (Barreto *et al.*, 2011). El objetivo de este estudio fue identificar agentes causales de enfermedades en cladodios de

These cacti are subject to pathogen attacks, particularly fungi, that preferentially affect the apical portion of the cladode. Identified *Colletotrichum gloeosporioides*, *Dichotomophthora cactacearum*, *Lasiodiplodia theobromae*, *Phoma* sp., *Phytophthora* sp., *Scytalidium lignicola*, among others, as pathogens of mandacaru (*C. jamacaru*) plants in the Brazilian state of Ceará (Freire, 2009). However, few studies have described the damage caused by fungal diseases to plants of the genus *Cereus*. Such studies could clarify the etiology of the disease and aid in the development of management strategies.

The introduction of new ornamental plants varieties has accelerated, particularly through the use of seeds, cuttings and other propagules without certification. These can carry new pathogens into the country. Thus, the presence of fungi can lead to significant disease-related losses due to the use of contaminated or infected seeds or propagules (Barreto *et al.*, 2011). The objective of this study was to identify causative agents of diseases in cladodes of mandacaru and spineless mandacaru.

Cladodes were collected in the sampling point 07° 44' 36.8" S and 37° 03' 16.4" W at the Sítio Paraíso community, located in the municipality of Prata, State of Paraíba, Brazil. The infected cladodes were transported to the Laboratory of Phytopathology, in the Department of Plant and Environmental Sciences, Federal University of Paraíba, located in the city of Areia.

Cladodes that presented symptoms of the disease were washed and air-dried at room temperature (25 ± 2 °C). Tissue fragments were removed using a sterile scalpel to collect parts of the infected cladode tissue. The fragments were disinfected using 70% ethanol for 30 seconds, followed by 1% sodium hypochlorite for 1 minute, and they were rinsed with sterile deionized water. Five tissue fragments were incubated in potato-dextrose-agar

mandacaru y mandacaru sin espinas.

Se colectaron cladodios en el punto de muestreo 07° 44' 36.8" S y 37° 03' 16.4" O en la comunidad de Sítio Paraíso, ubicada en el municipio de Prata, estado de Paraíba, Brasil. Los cladodios infectados fueron transportados al Laboratorio de Fitopatología, en el Departamento de Ciencias Vegetales y Ambientales, Universidad Federal de Paraíba, ubicada en la ciudad de Areia.

Los cladodios que presentaron síntomas de la enfermedad se lavaron y secaron al aire a temperatura ambiente (25 ± 2 °C). Se removieron fragmentos de tejidos con un bisturí para recolectar partes del tejido de cladodio infectados. Los fragmentos se desinfectaron usando etanol al 70% durante 30 segundos, seguido de hipoclorito de sodio al 1% por un minuto, y luego se enjugaron con agua esterilizada desionizada. Se incubaron cinco fragmentos de tejido en un medio de papa-dextrosa-agar (PDA) a 25 °C, con un fotoperiodo de 12 h de luz:12 h de oscuridad en una cámara de demanda de oxígeno bioquímica.

La identificación de los hongos se llevó a cabo después de 7 días de incubación, basada en la separación física de los hongos promovidos por el tejido hospedante, usando un microscopio óptico y un estereoscopio. Las estructuras morfológicas y reproductivas de los hongos se compararon con las descripciones en la literatura (Seifert *et al.*, 2011). Por último, se determinó la ocurrencia de hongos asociados con cualquier tipo de mandacaru.

En la prueba de patogenicidad se utilizaron plantas sanas, de 90 días de edad, sembradas en invernadero en macetas de 1.5 dm³ llenas de tierra estéril. Se usaron aislamientos de plantas sintomáticas obtenidas por aislamiento indirecto, siguiendo las indicaciones descritas anteriormente, dando un total de cinco plantas por aislamiento. Las plantas fueron inoculadas por la aspersion de los cladodios con una suspensión de conidios a 1×10^6 unidades

(PDA) medium at 25 °C, with a photoperiod of 12 h light:12 h dark in a biochemical oxygen demand chamber.

Fungi identification was performed after seven days of incubation based on the physical separation of the fungi promoted by the host tissue, using an optical microscope and stereoscope. The morphological and reproductive structures of the fungi were compared with literature descriptions (Seifert *et al.*, 2011). Lastly, the occurrence of fungi associated with either type of mandacaru was determined.

Healthy plants aged 90 days, grown in the greenhouse in 1.5 dm³ pots filled with sterile soil were used in the pathogenicity test. Isolates from symptomatic plants obtained through indirect isolation as described above were used, totaling five plants per isolate. Plants were inoculated by spraying the cladodes with a conidia suspension at 1×10^6 colony forming units (CFU) mL⁻¹ of the *Colletotrichum* sp. and *Scytalidium lignicola* because it was the fungi that had the highest disease intensity in the evaluated cladodes. Controls were sprayed with sterile deionized water. After spraying using a manual spray bottle to the point of dripping, cladodes were covered with polyethylene bags wetted with sterile deionized water and incubated in a moist chamber for 24 h. The inoculated cladodes were kept under greenhouse conditions until the onset of symptoms.

Based on the micro-morphological characteristics of the conidia, the following fungi were identified: *Aspergillus niger*, *Aspergillus* sp., *Cladosporium* sp., *Colletotrichum* sp., *Fusarium* sp., and *Scytalidium lignicola* in *Cereus jamacaru* cladodes and *Aspergillus niger*, *Aspergillus* sp., *Rhizopus* sp., *Scytalidium lignicola*, *Fusarium* sp. and *Curvularia* sp. in material isolated from *C. hildmannianus*. Similar fungi were identified by Freire (2009) in a study of mandacaru pathogens

formadoras de colonia (UFC) mL⁻¹ de los *Colletotrichum* sp. y *Scytalidium lignicola*, debido a que fue el hongo con la mayor intensidad de la enfermedad en los cladodios evaluados. Los testigos fueron rociados con agua estéril desionizada. Después de rociar con una botella de espray manual hasta el punto de goteo, los cladodios se cubrieron con bolsas de polietileno humedecidas con agua estéril desionizada e incubados en una cámara húmeda por 24 h. Los cladodios incubados se mantuvieron bajo condiciones de invernadero hasta el inicio de los síntomas.

Con base en las características micromorfológicas de los conidios, se identificaron los siguientes hongos: *Aspergillus niger*, *Aspergillus* sp., *Cladosporium* sp., *Colletotrichum* sp., *Fusarium* sp., y *Scytalidium lignicola* en *Cereus jamacaru* cladodes y *Aspergillus niger*, *Aspergillus* sp., *Rhizopus* sp., *Scytalidium lignicola*, *Fusarium* sp. y *Curvularia* sp. en material aislado de *C. hildmannianus*. Hongos similares fueron identificados por Freire (2009) en un estudio de patógenos de mandacaru, y por Souza *et al.* (2017) en un estudio que identificó hongos en nopales (*Opuntia ficus-indica*).

Con base en los aparentes síntomas en los cladodios de ambos tipos de mandacaru (*C. jamacaru* y *C. hildmannianus*), las enfermedades identificadas fueron antracnosis, causada por *Colletotrichum* sp. y pudrición escamosa, causada por *Scytalidium lignicola* (Figura 1 y 2).

Según Freire (2009), la antracnosis en el mandacaru es una enfermedad esporádica que ocurre especialmente durante la temporada de humedad. Fue en este momento que se observaron síntomas en las porciones terminales de las plantas recolectadas en Ceará. La enfermedad causó lesiones extendidas y azuladas, que a veces presentaba líneas concéntricas (Figura 1b).

Hasta la fecha, ningún estudio ha reportado *S. lignicola* como el agente causal de la pudrición es-

and by Souza *et al.* (2017) in a study that identified fungi in giant prickly pear (*Opuntia ficus-indica*).

Based on the apparent symptoms in the cladodes of both types of mandacaru (*C. jamacaru* and *C. hildmannianus*), the identified diseases were anthracnose, caused by *Colletotrichum* sp., and squamous rot caused by *Scytalidium lignicola* (Figure 1 and 2).

According to Freire (2009), anthracnose in mandacaru is a sporadic disease that occurs particularly during the wet season. This is when the symptoms were observed in the terminal portions of plants collected in Ceará. The disease caused extended, bluish lesions, which at times displayed concentric lines (Figure 1b).

To date, no study has reported *S. lignicola* as the causative agent of squamous rot in spineless mandacaru. Thus, this is the first report for the studied pathosystem (Figure 2). According to Souza *et al.* (2010) and Lopes (2012), the disease is characterized by the appearance of wavy spots that resemble scales, which grow over areas of dry rot, starting at the base of the pads at the point of connection and insertion of areoles. The disease can potentially affect the entire *O. ficus-indica* cladode. These symptoms are similar to those observed in the spineless mandacaru (Figures 2 a, b, c and d).

Lopes (2012) suggested that squamous rot can be attributed to *S. lignicola* based on the identification of morphological macro and microstructures. This is an anamorphous form of *Botryosphaeria* spp., which has high genetic variability (Crous *et al.*, 2006) and has been associated with other crops, causing spots in vanilla (*Vanilla planifolia*) leaves, stems, and fruits (Verzignassi *et al.*, 2007) and black rot in cassava (*Manihot esculenta*) roots (Silva *et al.*, 2017).

The rotting of cladodes and roots may be associated with the high incidence of *Scytalidium* sp. widespread squamous rot leads to decreased

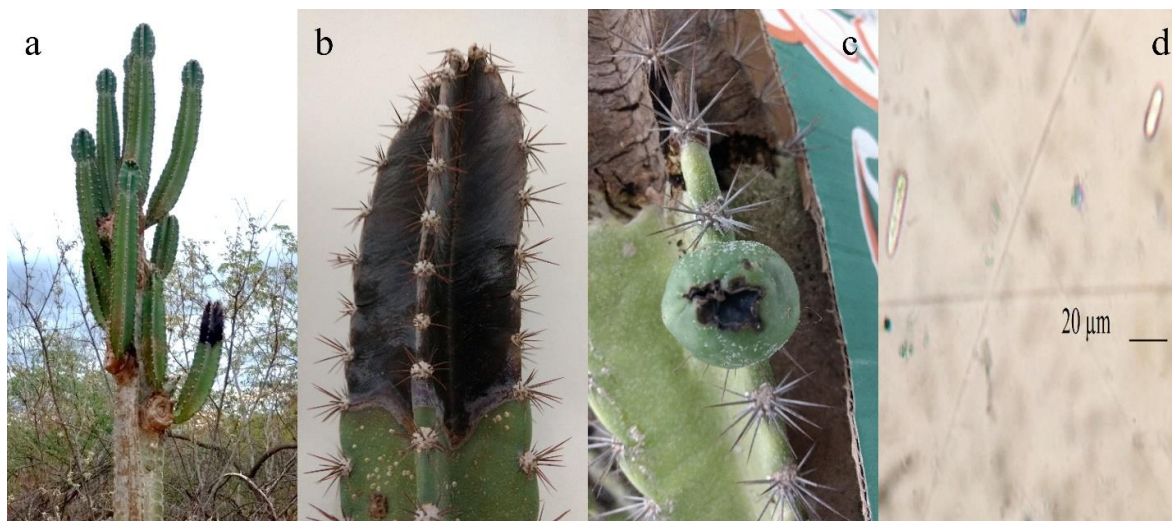


Figura 1. Síntomas de antracnosis en la porción terminal de los cladodios (a y b) y en frutas (c) de mandacaru (*Cereus jamacaru*); características micro-morfológicas de conidios de *Colletotrichum* sp. (d).
Figure 1. Symptoms of anthracnose in the terminal portion of the cladodes (a and b) and on fruits (c) of mandacaru (*Cereus jamacaru*); micro-morphological features of conidia from *Colletotrichum* sp. (d).

camosa en mandacaru sin espinas. Por ende, este es el primer reporte para el patosistema estudiado (Figura 2). Según Souza *et al.* (2010) y Lopes (2012), la enfermedad se caracteriza por la apariencia de manchas onduladas que parecen escamas, las cuales crecen sobre áreas de pudrición seca, comenzando por la base de las almohadillas al punto de conexión e inserción de las areolas. La enfermedad puede, potencialmente, afectar el cladodio entero de *O. ficus-indica*. Estos síntomas a los observados en el mandacaru sin espinas (Figuras 2 a, b, c y d).

Lopes (2012) sugirió que la raíz escamosa puede ser atribuída a *S. lignicola*, con base en la identificación de estructuras morfológicas macro y micro. Esta es una forma anamórfica de *Botryosphaeria* spp., que tiene una alta variabilidad genética (Crous *et al.*, 2006) y ha sido asociada con otras cosechas, causando manchas en hojas, tallos y frutos de vainilla (*Vanilla planifolia*) (Verzignassi *et al.*, 2007) y pudrición negra en yuca (*Manihot esculenta*) roots (Silva *et al.*, 2017).

productivity, hindering cultivation. This effect potentially intensifies and worsens under high humidity and moderate temperatures conditions (Lopes, 2012; Souza *et al.*, 2017).

According to Souza *et al.* (2010), among the main phytosanitary problems that affect prickly pear (*O. ficus-indica*) crops in the semiarid region in Paraíba, several diseases were observed, particularly squamous rot caused by the fungus *S. lignicola*.

Symptoms typical of anthracnose and squamous rot in cladodes of mandacaru with and without spines were reproduced in this study. Anthracnose symptoms appeared in the upper part of the cladodes as necrotic lesions accompanied by soft rot in the fruits, in both species of *Cereus*, with and spineless. *S. lignicola* was observed only in spineless mandacaru plants (*C. hildmannianus*) as rotting of cladodes and roots and gallery openings on the cladodes. In both diseases, symptoms started up to 10 days after inoculation of pathogens. To confirm



Figura 2. Síntomas de pudrición escamosa en plantas de mandacaru sin espinas (*Cereus hildmannianus*) (a) y galerías (b y c) causados por *Scytalidium lignicola*; y estructuras de conidios de *S. lignicola* (d).

Figure 2. Symptoms of squamous rot in spineless mandacaru plants (*Cereus hildmannianus*) (a) and gallery openings (b and c) caused by *Scytalidium lignicola*; and *S. lignicola* conidia structure (d).

La pudrición de cladodios y raíces podría estar asociada con la alta incidencia de *Scytalidium* sp. La pudrición escamosa extendida conduce a una menor productividad, dificultando la cultivación. Este efecto potencialmente se intensifica y empeora bajo condiciones de humedad elevada y temperaturas moderadas (Lopes, 2012; Souza *et al.*, 2017).

Según Souza *et al.* (2010), entre los principales problemas fitosanitarios que afectan al cultivo del nopal (*O. ficus-indica*) en la región semiárida en Paraíba, se observaron varias enfermedades, en especial la pudrición escamosa causada por el hongo *S. lignicola*.

En este estudio se reprodujeron síntomas típicos de antracnosis y pudrición escamosa en cladodios de mandacaru con y sin espinas. Síntomas de antracnosis aparecieron en la parte superior de los cladodios como lesiones necróticas acompañadas por una pudrición suave en las frutas, en ambas especies de *Cereus*, con y sin espinas. Únicamente se observó *S. lignicola* en plantas mandacaru sin espinas (*C. hildmannianus*) como la pudrición de

the disease etiology, re-isolation was performed from the symptoms, in PDA culture medium and observation of morphological structures under microscopy.

The genera were observed: *Aspergillus niger*, *Aspergillus* sp., *Cladosporium* sp., *Colletotrichum* sp., *Curvularia* sp., *Fusarium* sp., *Rhizopus* sp. and *S. lignicola*. The fungi *Colletotrichum* sp. and *S. lignicola* are considered the first reports of episodes of *C. jacamaru* and *C. hildemmannianus* in State of Paraíba, Brazil.

ACKNOWLEDGMENTS

The authors would like to thank the Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes), the Pró-Reitoria de Pesquisa (PROPESQ) of UFPB.

~~~~~ End of the English version ~~~~~

cladodios y raíces y galerías en los cladodios. Para ambas enfermedades, los síntomas comenzaron hasta 10 días después de la inoculación de los patógenos. Para confirmar la etiología de la enfermedad, se realizó un re-aislamiento desde los síntomas en un medio de cultivo PDA y se observaron estructuras morfológicas bajo el microscopio.

Los géneros observados fueron *Aspergillus niger*, *Aspergillus* sp., *Cladosporium* sp., *Colletotrichum* sp., *Curvularia* sp., *Fusarium* sp., *Rhizopus* sp. y *S. lignicola*. Los hongos *Colletotrichum* sp. y *S. lignicola* son considerados los primeros reportes de episodios de *C. jacamaru* y *C. hildemannianus* en el estado de Paraíba, Brasil.

#### AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a la Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes) y la Pró-Reitoria de Pesquisa (PROPESQ) de UFPB.

#### LITERATURA CITADA

- Barreto SS, Rezende DV, Blum LEB. 2011. Fungos em sementes de plantas ornamentais. *Revista Brasileira de Sementes*. 33: 561-573.
- Cavalcante A, Teles M, Machado M. 2013. Cactos do Semiárido do Brasil: Guia ilustrado. 1ed. Campina Grande; pp. 1-103.
- Crous PW, Slippers B, Wingfield MJ, Rheeder J, Marasas WFO, Philips AJL, Alves A, Burgess T, Barber P, Groenewald JZ. 2006. Phylogenetic lineages in the Botryosphaeriaceae. *Studies in Mycology*. 55(1):235-253. <https://doi.org/10.3114/sim.55.1.235>.
- Freire FCO. 2009. Patógenos associados ao mandacaru (*Cereus jamacaru* Dc.) no Estado do Ceará. 1 ed. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Fortaleza. Comunicado Técnico 148.
- Lopes EB. 2012. Palma forrageira: cultivo, uso atual e perspectivas de utilização no Semiárido Nordeste. 1 ed. Emepa/Faepa, João Pessoa. 130p.
- Santos JIG, Souza DD. 2016. O mandacaru como fonte alimentar para caprinos no período de seca no Semiárido. *Caderno Meio Ambiente e Sustentabilidade*. 9(5): 5-14.
- Seifert K, Morgan-Jones G, Gams W, Kendrick B. 2011. The genera of Hyphomycetes. 1 ed. CBS Knaw Fungal Biodiversity Centre, Utrecht. 27, 119 p.
- Shetty AA, Rana MK, Preetham SP. 2012. Cactus: a medicinal food. *Journal of food science and technology*. 49(5): 530-536. <https://doi.org/10.1007/s13197-011-0462-5>
- Silva JAT, Medeiros EV, Silva JM, Tenório DA, Moreira KA, Nascimento TCES, Souza MC. 2017. Antagonistic activity of *Trichoderma* spp. against *Scytalidium lignicola* CMM 1098 and antioxidant enzymatic activity in cassava. 45(2):219-225. *Phytoparasitica*. <https://doi.org/10.1007/s12600-017-0578-x>.
- Silva JGM, Lima GFC, Paz LG, Matos MMS, Barreto MFP. 2010. Utilização de cactáceas nativas associadas à silagem de sorgo na alimentação de bovinos no semiárido nortero-grandense. *Revista Eletrônica Científica Centauro*. 1(1): 1-9.
- Souza AEF, Nascimento LC, Araújo E, Lopes EB, Souto MF. 2010. Ocorrência e identificação dos agentes etiológicos de doenças em palma forrageira (*Opuntia ficus-indica* Mill.) no Semiárido paraibano. *Biotemas*. 23(3):11-20. <https://doi.org/10.5007/2175-7925.2010v23n3p11>.
- Souza AEF, Nascimento LC, Souza BO. 2017. Principal components of the intensity of squamous rot on prickly pear plantations in the semiarid region of the state of Paraíba, Brazil. *Revista Caatinga*. 30(2):370-376. <http://dx.doi.org/10.1590/1983-21252017v30n212rc>.
- Verzignassi JR, Poltronieri LS, Benchimol RL, Moura MF. 2007. *Scytalidium lignicola* causando manchas em folhas, hastes e frutos de baunilha. *Fitopatologia Brasileira*. 32(1): 84-97. <https://doi.org/10.1590/S0100-41582007000100015>