

MANEJO INTEGRADO DA FUSARIOSE DA PALMA FORRAGEIRA EM PERNAMBUCO

MICHELE FREITAS SANTIAGO¹
ALICE MARIA GONÇALVES SANTOS²
DOMINGOS EDUARDO GUIMARÃES TAVARES DE ANDRADE³
TEREZA CRISTINA DE ASSIS⁴
DELSON LARANJEIRA¹

¹ Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE, Laboratório de Fungos do Solo – LAFSOL, CEP: 52.171-900, Recife, PE, Brasil.

² Universidade Federal do Piauí – UFPI, CEP: 64.900-000, Bom Jesus, PI.

³ Estação Experimental de Itapirema (IPA), Arcoverde, PE.

⁴ Instituto Agrônômico de Pernambuco (IPA) – SEDE, CEP: 50.761-000, Recife, PE.

Autor para correspondência: miccafs@hotmail.com

ORIGEM DA PALMA FORRAGEIRA

A palma forrageira (*Opuntia* e *Nopalea*) tem sua origem Mexicana associada a economia agrícola do Império Asteca, juntamente com milho e agave, consideradas as espécies vegetais mais antigas cultivadas no território mexicano (NUNES, 2011). Quando os colonizadores chegaram ao México, existiam diversas variedades desta cactácea (REYES-AGUERO, AGUIRRE-RIVERA, HERNÁNDEZ, 2005). No entanto, análises biogeográficas recentes demonstraram que as espécies atuais possuem ancestrais comuns na América do Sul (MAJURE et al., 2012). Os cultivos de palma forrageira encontram-se distribuídos em todo o mundo, desde o Canadá até a Argentina, do nível do mar até 5.100 m de altitude no Peru. Sendo levada do México à Espanha em 1520, e depois para Portugal, África, Ásia, e Oceania (BARRIOS, MUÑOZ-URÍAS, 2001; HOFFMANN, 2001).

Acredita-se que a palma forrageira chegou no Nordeste do Brasil, aproximadamente em 1818, quando o governador da região solicitou à Coroa

Brasileira, então instalada no Rio de Janeiro, o envio de várias plantas do Real Horto Botânico do Rio de Janeiro, e entre elas cactos, para os novos jardins botânicos instalados em Pernambuco (LOPES; SANTOS; VASCONCELOS, 2012). A palma forrageira tem sua história de introdução no Brasil no século XIX; sua reintrodução se deu pela necessidade na época de produção da cochonilha do carmim (SIMÕES; SANTOS; DIAS, 2005). Posteriormente, a palma foi novamente introduzida no Nordeste brasileiro, no início do século XX, sendo disseminada por ordem do governo, após a seca de 1932 (LIMA; GAMA, 2001). As pequenas plantações já estabelecidas eram insistentemente procuradas por bovinos, caprinos e ovinos para alimentação. Assim, a planta forrageira passou a ser utilizada por criadores de animais (SEBRAE-PE, 2003).

A partir da década de 50 é que realmente começaram os estudos de caráter mais aprofundados sobre as espécies de palma forrageira buscando seu melhor aproveitamento. Entre os anos de 1979 e

1983, durante a estiagem prolongada ocorrida no Nordeste do Brasil, a palma forrageira adquiriu mais espaço no cenário semiárido. Desse ponto em diante começaram-se inúmeros estudos voltados a palma forrageira (FIGUEREDO; SILVA; GOMES FILHO, 2010).

A palma forrageira voltou a ser cultivada em larga escala pelos criadores das bacias leiteiras e estima-se que hoje existam cerca de 500 mil hectares no Nordeste, estando boa parte concentrado nos estados de Pernambuco, Paraíba, Alagoas, Rio Grande do Norte e Bahia (OLIVEIRA; JUNQUEIRA; MASCARENHAS, 2011). A área de palma forrageira tem aumentado nos períodos mais prolongados de seca. Essa contém em média 90% de água, para o semiárido, uma valiosa contribuição no suprimento desse líquido para os animais (SANTOS et al., 2006).

A palma forrageira aparece como uma alternativa de cultivo, adaptada ao clima semiárido, visto ser uma cultura com mecanismo fisiológico especial, metabolismo ácido das crassuláceas (CAM), no que se refere à absorção, aproveitamento e perda de água (SANTOS et al., 2012; SNYMAN, 2006), por meio deste, fecha seus estômatos durante o dia, evitando a perda excessiva de água através do processo de transpiração (TAIZ;

ZEIGER, 2004). Desta forma, a palma forrageira torna-se uma planta bastante eficiente do ponto de vista do uso de água, a qual permite adaptar-se as condições de clima do semiárido (SAMPALIO, 2005). Em virtude de sua fisiologia, é bem adaptada também aos solos dessa região, podendo atingir elevados níveis de rendimento, ou seja, tem um grande potencial produtivo com alternativas sustentáveis de desenvolvimento (NUNES, 2011). Cactaceas podem ser de 4 a 5 vezes mais eficiente na conversão de água do que as gramíneas (RUSSEL, FELKER, 1987). As mesmas produzem, em cultivos bem conduzidos, uma biomassa superior a 150 toneladas de matéria verde/ha/ano e 15 toneladas de matéria seca/ha/ano (LOPES; SANTOS; VASCONCELOS, 2012; SANTOS et al., 2006). Importante como uma alternativa para a alimentação dos animais durante o período de estiagem, se apresenta eficaz para combater a fome e a desnutrição no semiárido nordestino, além de ser uma importante aliada nos tratamentos de saúde, rica em vitaminas A, complexo B e C e minerais como: cálcio, magnésio, sódio e potássio, além de 17 tipos de aminoácidos. A palma é mais nutritiva que alimentos como a couve, a beterraba e a banana, com a vantagem de ser um produto mais econômico (NUNES, 2011).

IMPORTÂNCIA DA PALMA FORRAGEIRA

A região Nordeste compreende uma área de 1.561.177,8 km², equivalente a 18,27% do território nacional, dos quais 61,67% estão contidos no “Polígono das Secas”, e dentro desse polígono 53,88% representam o semiárido nordestino. No “polígono das secas”, ocorrem longos períodos de estiagem, as temperaturas são altas, as precipitações são escassas e possui grande déficit hídrico (MURILO, 2011). A criação de rebanhos, principalmente de

pequenos ruminantes, representa uma das principais atividades, sendo a principal fonte de sustento alimentar, geração de emprego e manutenção da estrutura socioeconômica familiar no semiárido nordestino (COUTINHO et al., 2013). Entre os rebanhos destacam-se a caprino e ovinocultura, que abrangem 92% e 60,6% do rebanho nacional, respectivamente (FAO, 2015; IBGE, 2017).

A palma forrageira tem destacada importância por contribuir com o desenvolvimento das regiões semiáridas através da exploração econômica das várias espécies, com consequências positivas para o meio ambiente e para segurança alimentar (CHACCHIO, MESQUITA, RODRIGUES, 2006). Mundialmente, a palma forrageira é utilizada para produção de forragem e nutrição animal, na alimentação humana, medicina, indústria de cosméticos, fabricação de adesivos, fibras para artesanato, fabricação de papel, corantes, mucilagens, antitranspirantes, ornamentação, entre outras (CHACCHIO, MESQUITA, RODRIGUES, 2006; SANTOS et al., 2012).

O fenômeno da seca é natural e causa sérios prejuízos ao setor agropecuário (OLIVEIRA et al., 2010). A palma forrageira é um alimento importante na atividade pecuária sendo cultivadas em todo o mundo (HOFFMANN, 2001). É um alimento de grande importância para os rebanhos, principalmente nos períodos de estiagens prolongadas, pois além de fornecer um alimento verde, supre grande parte das necessidades de água dos animais nas épocas de escassez (BARBERA, 2001;

SANTOS et al., 2006), sobretudo em virtude da economia em rações concentradas e pelo aumento de produtividade (OLIVEIRA; JUNQUEIRA; MASCARENHAS, 2011).

O bom rendimento dessa cultura está climaticamente relacionado às áreas com 400 a 800 mm anuais de chuva, umidade relativa acima de 40% e temperatura de 25°C (LOPES, SANTOS, VASCONCELOS, 2012). São espécies que não toleram umidade excessiva e apresentam extraordinária capacidade de extração de água do solo, a ponto de possuir cerca de 90-93% de umidade, o que torna importante para a região do 'polígono das secas' (SILVA; SANTOS, 2006).

Tem grande importância socioeconômica para o Nordeste brasileiro, sendo cultivada em áreas com acentuado nível de pobreza, longos períodos de estiagem, sendo utilizada principalmente, na alimentação animal, em pequenas propriedades (MENEZES et al., 2005). E sua produtividade pode ser reduzida por vários fatores tais como: lesões mecânicas, monocultura e manejo fitossanitário inadequado (MÉNDEZ-GALLEGOS et al. 2009; SWART 2009).

A PALMA FORRAGEIRA

A palma forrageira pertence à divisão Embryophyta, subdivisão Angiospermea, classe Dicotyledoneae, subclasse Archiclamidae, ordem Opuntiales e família das *Cactaceae* (SILVA, SANTOS, 2006). As cactáceas são plantas arbustivas, suculentas e ramificadas. Constituem um grupo extremamente diversificado, com um impressionante conjunto de estratégias adaptativas, evolutivas e ecológicas, que lhes conferem uma grande capacidade de desenvolvimento nos diferentes habitats (BARBERA, 2001; REBMAN, PINKAVA, 2001).

No Nordeste do Brasil são encontrados quatro tipos distintos de palma: gigante (*Opuntia ficus indica* a (L.) Mill), redonda (*Opuntia* sp.), miúda e mão de moça (*Nopalea cochenillifera* (L.) Salm-Dyck) (LOPES; SANTOS; VASCONCELOS, 2012) e orelha de elefante (*O. stricta* Haw) (SANTOS et al., 2001).

A palma gigante é caracterizada pelo crescimento vertical, resistência à seca, alta produtividade, susceptível à falsa cochonilha do carmim (*Dactylopius opuntiae* cockerell) e menos palatável, quando comparada com a palma miúda. A

redonda apresenta características que se assemelham às da variedade gigante, diferindo apenas, no formato dos cladódios e no hábito de crescimento da planta, sendo mais produtiva do que a palma miúda em termos de massa verde. A palma orelha de elefante mexicana apresenta crescimento horizontal, rica em matéria seca em relação a variedade gigante, possui pelos e é resistente à falsa cochonilha do carmim. A palma miúda tem como características principais o crescimento vertical, a baixa resistência à seca, resistência à falsa

cochonilha do carmim, além de ser mais rica em carboidratos e apresenta maior porcentagem de matéria seca, em relação à palma gigante (SANTOS et al., 2001), com exceção da mão de moça que é suscetível a cochonilha de escama *Diaspis echinocacti* (Bouché) (GAVA; LOPES, 2012). As áreas cultivadas com variedade orelha de elefante vêm aumentando nos últimos anos, pois é considerada resistente à cochonilha do carmim (*D. opuntiae*), principal inseto praga da cultura (LIMA et al., 2013).

A FUSARIOSE DA PALMA FORRAGEIRA

No Brasil, as doenças da palma forrageira têm sido pouco estudadas e, quase todos os trabalhos descrevem apenas a sintomatologia e a patogenicidade dos agentes causais, sendo limitadas as informações quanto a prejuízos, intensidade das doenças e medidas efetivas de controle. Doenças de origem fúngicas são as mais importantes nesta cultura, podendo afetar cladódios, sistema radicular e frutos nas fases de pré- e pós-colheita (BARBOSA et al., 2012). Dentre as podridões de raízes e de cladódios da base que ocorrem na palma forrageira destacam-se a podridão de fusário por *Fusarium solani* (Mart.) Sacc., (BARBOSA et al., 2012; SOUZA et al., 2010) e *Fusarium lunatum* (Ellis & Everhart) Arx, apresentando sintomas similares, independentemente do patógeno, porém pode ter leves variações dependendo da espécie do *Fusarium* spp., das variedades da cultura e das condições climáticas (FLORES-FLORES et al., 2013).

No Nordeste brasileiro a palma forrageira foi descrita em Pernambuco, principalmente nos estados de Pernambuco e Alagoas. Santos et al. (2006) relataram *Fusarium solani* (Mart.) Sacc. como fitopatógeno da palma forrageira. Possivelmente, ainda não foi relatada em outros estados por falta de estudos sobre doenças na cultura da palma forrageira. A podridão no cladódio da base é de consistência mole e coloração esverdeada; os cladódios primários e secundários murcham e tombam sobre a planta poucos dias após a infecção. Os tecidos do cladódio infectado tornam-se aquosos, escurecem e expõem as estruturas internas lenhosas, as raízes apodrecem, exibindo coloração marrom-avermelhada (SANTOS et al., 2006; BARBOSA et al., 2012). As cultivares de *N. cochenillifera* têm-se mostrado mais suscetíveis a fusariose (BARBOSA et al., 2012).

CARACTERIZAÇÃO DO GÊNERO *Fusarium*

O gênero *Fusarium* foi descrito por Link (1809) e mais tarde tornou-se um nome reconhecido por Fries (1821), sendo baseado na espécie tipo *Fusarium*

sambucinum Nirenberg (HYDE et al., 2014). É um dos gêneros mais importantes na fitopatologia mundial, tendo nos últimos anos adquirido também importância devido

à produção de micotoxinas responsáveis por doenças em humanos e animais, além de algumas espécies serem responsáveis por infecções oportunistas, principalmente naquelas com deficiência imunológica (VENTURA, 2000).

Este fungo é classificado no Reino Eumycota, Filo Ascomycota, Classe Euascomycota, Ordem Hipocreales e Família Hypocreaceae (GODOY, COLOMBO, 2004). O gênero *Fusarium* possui dois tipos de conídios: os macroconídios que são multicelulares uninucleado e microconídios unicelulares e uninucleados, na fase assexuada. O modo de formação de macro e micronídios e a formação de clamidósporos constituem características importantes para a diferenciação de espécies de *Fusarium* sp. (VENTURA, 1999).

A diversidade filogenética do gênero *Fusarium* varia de 8 a 10 clados importantes patógenos na medicina e agricultura, esses divididos em 20 complexos de espécies (*F. sambucinum*; *F. chlamydosporum*; *F. incarnatum-equiseti*; *F. tricinctum*; *F. heterosporium*; *F. fujikuroi*; *F. nisikadoi*; *F. oxysporum*; *F.*

redolens; *F. badinda*; *F. concolor*; *F. lateritium*; *F. buharicum*; *F. buxicola*; *F. staphyleae*; *F. solani*; *F. decemcellulare*; *F. albidum*; *F. dimerum*; *F. ventricosum*) (O'DONNELL et al., 2013). Mais de 1.500 espécies estão listadas no MycoBank e dessas 72 foram descritas por Leslie; Summerell, em 2006 (HYDE et al., 2014).

O gene recomendado e mais utilizado para identificação de espécies do gênero *Fusarium* é o gene fator de alongação da tradução 1 α (TEF), sendo utilizado para identificações de rotina, e consulta no banco de dados FUSARIUM ID¹. Este banco de dados é similar ao GenBank, mas é baseado em sequências identificadas com precisão de culturas validadas em coleções de referência (GEISER et al. 2004).

O fungo sobrevive como sapróbio no solo ou na forma de clamidósporos. Pode ser disseminado por raquetes-sementes infectadas, vento, água e implementos agrícolas. Solos compactados, ácidos e com umidade e adubação orgânica excessiva proporcionam maior severidade da doença (BARBOSA et al., 2012).

MEDIDAS DE MANEJO DE FUSARIOSE DA PALMA FORRAGEIRA

O controle mais efetivo da fusariose é evitar que o patógeno chegue na plantação, utilizando solo e plantas não infestados (GRANATA, 2001). Deve ser ressaltado que, não existem indicações de medidas efetivas de controle, exceto o plantio na época seca para evitar a podridão

da raquete-semente (BARBOSA et al., 2012), remoção e destruição dos cladódios afetados (BARBOSA et al., 2012; SOUZA et al., 2010). No Brasil, não existem produtos químicos registrados para o controle de fusariose da palma forrageira (MAPA, 2017).

BIOCONTROLE COM LEVEDURAS

O controle biológico é utilizado, com o significado de controle de um patógeno por um antagonista (MARIANO et al., 2002). O termo antagonista é

empregado para designar agentes biológicos com potencial para interferir nos processos vitais destas espécies fitopatogênicas, podendo estes antagonistas

¹ <http://isolate.fusariumdb.org/>

se adaptar ecologicamente ao mesmo nicho ocupados por fitopatógenos (MORANDI, 2009). Os microrganismos antagonistas surgiram como uma alternativa promissora aos fungicidas, sendo que esta alternativa tem recebido uma atenção crescente em estudos direcionados para controle e manejo de doenças (DROBY et al., 2009; ZHANG et al., 2010).

O controle biológico raramente elimina o patógeno do local, mas reduz a população de propágulos e, conseqüentemente, a sua habilidade de produzir doença, o que é caracterizado por diferentes modos de atuação, tais como: competição por espaço e nutrientes, antibiose, parasitismo e indução de resistência em plantas (MORAES, CAPALBO, MORAES, 1991).

As leveduras constituem um grupo de microorganismos unicelulares pertencentes ao Reino Fungi que se reproduzem assexuadamente por brotamento ou por fissão binária. Possuindo célula eucariótica, são aclorofiladas e produzem esporos que são células especializadas. No entanto, ao contrário dos fungos filamentosos, elas não formam corpos de frutificação (KURTZMAN, FELL, 1998).

Algumas leveduras inibem fitopatógenos por apresentarem a atividade “killer”, que consiste na produção de toxinas extracelulares de composição glicolípídica ou glicoproteica com ação antifúngica ou fungistática sobre outras leveduras e/ou fungos filamentosos (GOLUBEV, 2006) e produção de metabólitos voláteis e ácidos que afetam o desenvolvimento de fungos através da ação fungicida ou fungistática (EL-TARABILY, SIVSITHAMPARAM, 2006).

A compreensão e identificação de leveduras e suas interações em agroecossistemas demonstra uma ferramenta importante para o controle biológico de doenças de plantas, melhorando desta forma, o uso de práticas

inviáveis na promoção de uma agricultura mais sustentável (BOTHAS, 2011).

Fungos endofíticos biossintetizam substâncias conhecidas como metabólitos secundários de grande interesse para a indústria agroquímica e farmoquímica, que são usadas como moléculas modelos para a descoberta e desenvolvimento de novos pesticidas e fármacos (VIEIRA et al., 2012). Alguns exemplos de biocontroladores ideais são algumas espécies de leveduras, que são eficazes contra uma vasta gama de agentes patogênicos, não produzem metabólitos perigosos para a saúde humana e quase não são afetadas pelos pesticidas (LIU et al., 2013).

O aproveitamento do potencial de microrganismos nativos para a supressão de doenças através da aplicação de estratégias tem sido meta para os fitopatologistas (MAZZOLA; FREILICH, 2017). O mecanismo de ação e identificação de leveduras envolvidas em interações entre espécies hospedeiras e não hospedeiras no agroecossistemas é uma etapa crucial para o uso eficiente do controle biológico no combate a fitopatógenos e conseqüentemente, promover uma agricultura mais sustentável e ecologicamente viável (BOTHAS, 2011).

O potencial antagonico das leveduras foi verificado pela primeira vez nos anos 80, onde foi constatada a redução do crescimento e esporulação de alguns fitopatógenos (PUNJA, UTKHEDE, 2003). Entre os gêneros mais citados no biocontrole encontram-se *Candida* (Cif e Redaelli), *Saccharomyces* (Meyen) e *Rhodotorula* (F. C. Harrison). Um dos principais fatores que leva a utilização de leveduras como agentes de biocontrole é a baixa possibilidade toxigênica deste grupo, não tendo sido relatado casos de micotoxicose (COELHO, HOFFMANN, HIROOKA, 2003). A produção de diversas enzimas por organismos antagonistas é investigada por diversos autores como

estando relacionada à eficiência exercida no controle de fitopatógenos (SARAVANAKUMAR, et al., 2009).

Existem vários produtos comerciais derivados de levedura para o controle biológico de agentes patogênicos (DROBY et al., 2009). As espécies de levedura como *Aureobasidium pullulans* (de Bary & Löwenthal) G. Arnaud; *Cryptococcus albidus* (Saito) C. E. Skinner, *Metschnikowia fructicola* Kurtzman e Droby, *Candida oleophila* Montrocher isolado O, tem sido recomendados para o controle de fungos, na forma de seus respectivos produtos comerciais: Boni protect[®], Yield plus[®], Shemer[®] e Nexy[®], sendo esses produtos recomendados para o controle de infestações das espécies de fungos com *Botrytis cinerea* Pers., *B.*

cinerea e *Penicillium expansum* Link, *P. digitatum* (Pers.) Sacc., *P. italicum* Wehmer, *P. expansum*, *B. cinerea*, *Rhizopus stolonifer* (Ehrenb.) Vuill., *Aspergillus niger* Tiegh., *Fusarium* sp. e *Sclerotinia sclerotium* respectivamente, em pós colheita (HAISSAM, 2011).

É previsto que a quota do mercado representando microrganismos promotores do crescimento de plantas, agentes de biocontrole e estimulantes da resistência das plantas, chegue a 437,1 milhões de dólares até 2020 e o crescimento do mercado será impulsionado predominantemente pelo aumento da produção agrícola dependente de práticas de agricultura biológica (MAZZOLA; FREILICH, 2017).

CONTROLE GENÉTICO COM CULTIVARES RESISTENTES

Resistência refere-se à habilidade da planta hospedeira em suprimir ou retardar a atividade de um patógeno. É uma característica herdada geneticamente e pode ser influenciada pela predisposição ou pela idade da planta (ZAMBOLIM, 2006). O nível de resistência da planta a patógeno variam na natureza, de imune a suscetível (FRY, 1982). No controle de doenças vegetais representa um dos mais significativos avanços tecnológicos da agricultura. E sua utilização deveria ser preferida simplesmente por ser barata e de fácil utilização (GURURANI, 2012).

O plantio de cultivares resistente é um dos mais eficientes meios de controle de doenças de plantas, além de não demandar gasto extra com produtos, principalmente para os patógenos denominados de parasitas obrigatórios e para os sapróbios facultativos (ZAMBOLIM, 2006). O passo inicial para elaboração de um programa de melhoramento é a identificação do germoplasma vegetal que fornecerá os genes de resistência (NUEZ et al., 2004).

Dando-se prioridade elevada ao teste das coleções de germoplasma (FELKER et al., 2002).

Os genótipos de *O. ficus indica* são muitos estudados fora do Brasil, como diversas fontes de vários componentes como: ácido ascórbico e betalainas, muito interessantes para o consumo humano (NADIA et al., 2013), resistência a frio (FELKER et al., 2008), sendo mais adaptado para enfrentar a seca devido ao seu mecanismo bioquímico e fisiológico que é aparente pela presença de espinhos e a alta quantidade de polifenóis, sendo boa fonte de antioxidante natural (BOUTAKIOUT et al., 2017); seus cladódios têm uma maior atividade antioxidante e maior teor de polifenóis que outros gêneros (BOUTAKIOUT et al., 2015). Transformações genéticas também estão sendo testadas, transportando novos genes úteis, que são difíceis nos programas clássicos de melhoramento genético (SILOS-ESPINO et al., 2006).

No Brasil, o Instituto Agrônomo de Pernambuco (IPA) e a Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE) são pioneiros nas pesquisas dessa planta forrageira, atuando na região Nordeste desde 1958 (SANTOS et al., 2006; SIMÕES; SANTOS, DIAS, 2005), e no melhoramento genético desde o final da década de 1980 (SANTOS et al., 2005). A primeira cultivar, Gigante, foi lançada em 1998. O IPA possui um Banco Ativo de Germoplasma (BAG) com mais de 1000 acessos e um programa de melhoramento focado na ampliação da base genética da palma forrageira, através de cruzamentos dirigidos (SANTOS et al., 1999) e introdução de materiais de diversos países,

como México, EUA, África do Sul, Argélia, Chile entre outros (SANTOS et al., 2006). Esse programa de pesquisa é essencial para o desenvolvimento da agricultura sustentável no Nordeste (MERGULHÃO et al., 2012).

Embora haja poucos materiais no mercado, os clones mais difundidos foram selecionados por vigor, sendo, portanto, heterozigotos. O melhoramento pode aproveitar a variabilidade escondida através da segregação desses materiais via sexual (SANTOS et al., 2005) e também por cruzamentos dirigidos. De acordo com Menezes et al. (2005) o potencial da palma forrageira ainda não tem o seu devido reconhecimento.

REFERÊNCIAS

- BARBERA, G. **História e importância econômica e agroecológica.** In: BARBERA, G.; INGLESE, P.; PIMIENTA-BARRIOS, E. **Agroecologia, cultivo e usos da palma forrageira.** Roma/Brasília: FAO/Sebrae, 2001.p. 1-11.
- BARBOSA, R. S.; CALVALCANTI, V. A. L.; LOPES, E. B.; ARAÚJO, E. **Doenças da palma forrageira.** In: LOPES, E. B. **Palma forrageira: cultivo, uso atual e perspectivas de utilização no semiárido nordestino.** João Pessoa: EMEPA/FAEPA, 2012. p. 81-98.
- BARRIOS, E. P.; MUÑOZ-URÍAS, A. **Domesticação das opuntias e variedades cultivadas.** In: BARBERA, G.; INGLESE, P.; PIMIENTA-BARRIOS, E. **Agroecologia, cultivo e usos da palma forrageira.** Roma/Brasília: FAO/Sebrae, 2001. p. 58-64.
- BOTHA, A. The importance and ecology of yeasts in soil. **Soil Biology & Biochemistry.** Oxford, v. 43, n.1, p.1-8, 2011.
- BOUTAKIOUT, A.; ELOTHMANI, D.; HANINE, H.; MAHROUZ, M.; LE MEURLAY, D.; HMID, I.; ENNAHLI, S. Effects of different harvesting seasons on antioxidant activity and phenolic content of prickly pear cladode juice. **Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences**, xxx–xxx, 2017. (article in press)
- BOUTAKIOUT, A.; ELOTHMANI, D.; MAHROUZ, M.; HANINE, H. Effect of season on proximate composition of cladode juice of two species of cactaceae. **International Journal of Technology Enhancements and Emerging Engineering Reserch**, New Delhi, v. 3, n. 1, p. 3:1-8, 2015.

CHIACCHIO, F. B.; MESQUITA, A. S.; SANTOS, J. R. Palma forrageira: uma oportunidade econômica ainda desperdiçada para o semiárido baiano. **Bahia Agrícola**, Bahia, v.7, n.3, p. 39-49, 2006.

COELHO, A. R.; HOFFMANN, F. L.; HIROOKA, E. Y. Biocontrole de doenças pós-colheita de frutas por leveduras: perspectivas de aplicação e segurança alimentar. **Ciências Agrárias**, Teresina, v. 24, n. 2, p. 337-358, 2003.

COUTINHO, M. J. F.; CARNEIRO, M. S. S.; EDVAN, R. L.; PINTO, A. P. A pecuária como atividade estabilizadora no Semiárido Brasileiro. **Veterinária e Zootecnia**, Botucatu, v.20, n.3, p. 9-17, 2013.

DROBY, S.; WISNIEWSKI, M.; MACARISIN, D.; WILSON, C. Twenty years of postharvest biocontrol research: is it time for a new paradigm? **Postharvest Biology Technology**, Leuven, v. 52, n. 2, p. 137-145, 2009.

EL-TARABILY, K. A.; SIVASITHAMPARAM, K. Potential of yeasts as biocontrol agents of soil-borne fungal plant pathogens and as plant growth promoters. **Mycoscience**, Tokyo, v. 47, n. 1, p. 25-35, 2006.

FELKER, P.; SOULIERW, C.; LEGUIZAMONW, G.; OCHOA, J. A comparison of the fruit parameters of 12 *Opuntia* clones grown in Argentina and the United States. **Journal of Arid Environments**, London, v. 52, n. 3, p. 361-370, 2002.

FELKER, P.; STINTZING, F. C.; MUSSIG, E.; LEITENBERGER, M.; CARLE, R.; VOGT, T.; BUNCH, R. Colour inheritance in cactus pear (*Opuntia ficus-indica*) fruits. **Annals of Applied Biology**, Stratford, v. 152, n. 3, p. 307-318, 2008.

FIGUEREDO, V. S.; SILVA, E. C. da.; GOMES FILHO, M. F. Sustentabilidade ambiental para o semiárido Paraibano: à busca de estratégias para o Município de Juazeirinho-PB. In: XVI Encontro Nacional dos geógrafos. Crise, práxis e autonomia: espaços de resistência e de esperanças Espaço de Diálogos e Práticas, 2010, Porto Alegre. **Resumos...** Porto Alegre: Associação dos geógrafos brasileiros, 2010. v.1, p. 1-11.

FLORES-FLORES, R.; VELÁZQUEZ-DEL VALLE, M. G.; LÉON-RODRIGUEZ, L.; FLORES-MOCTEZUMA, H. E.; HERNÁNDEZ-LAUZUARDO, A. N. Identification of fungal species associated with cladode spot of prickly pear and their sensitivity to chitosan. **Journal of Phytopathology**, Berlin, v. 161, n. 7-8, p. 544-552, 2013.

FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations. **Statistical Yearbook**. Disponível em: <<http://www.fao.org/economic/ess/ess-publications/ess-yearbook>>. Acesso em 22 de maio de 2017.

FRY, W. E. Quantification of general resistance of potato cultivars and fungicide effects for integrated control of potato late blight. **Phytopathology**, Saint Paul, v. 68, n. 1, p. 1650-1655, 1978.

GAVA, C. A. T.; LOPES, E. B. Produção de mudas de palma forrageira utilizando fragmentos de cladódios. **Instruções Técnicas Embrapa Semiárido**. Petrolina, folhetos 101, 2012, pág. 1-2.

GEISER, D. M.; JIMENEZ-GASCO, M.; KANG, S.; MAKALOWSKA, I.; VEERARAGHAVAN, N.; WARD, T. J.; ZHANG, N.; KULDAU, G. A.; O'DONNELL, K. FUSARIUM-ID v. 1.0: A DNA sequence database for identifying *Fusarium*. **European Journal of Plant Pathology**, Dordrecht. v. 110, n. 5-6, p. 473–479, 2004.

GODOY, P.; COLOMBO, A. L. Biologia e relevância clínica das espécies do gênero *Fusarium* spp. **Prática Hospitalar**, São Paulo, v. 11, n. 34, p. 136-140, 2004.

GOLUBEV, W. I. **Antagonistic interactions among yeasts**. In: ROSA, C.A.; PÉTER, G. **The yeastes handbook: biodiversity and ecophysiology of yeasts**. Berlin: Spring-Verlag, p.198-219, 2006.

GRANATA, G. Doenças bióticas e abióticas. In: BARBERA, G.; INGLESE, P.; PIMIENTA-BARRIOS, E. **Agroecologia, cultivo e usos da palma forrageira**. Roma/Brasília: FAO/Sebrae, 2001. p. 112-122.

GURURANI, M. A.; VENKATESH, J.; UPADHYAYA, C. P.; NOOKARAJU, A.; PANDEY, S. K.; PARK, S. W. Plant disease resistance genes: current status and future directions. **Physiological and Molecular Plant Pathology**, London, v. 78, n. 1, p. 51-65, 2012.

HAISSAM, J.M. *Pichia anomala* in biocontrol for apples: 20 years of fundamental research and practical applications. **Antonie van Leeuwenhoek**, Amsterdam, v. 99, n. 1, p. 93-105, 2011.

HOFFMANN, W. **Etnobotânica**. In: BARBERA, G.; INGLESE, P.; PIMIENTA-BARRIOS, E. **Agroecologia, cultivo e usos da palma forrageira**. Roma/Brasília: FAO/Sebrae, 2001. p. 12-19.

HYDE, K. D.; NILSSON, R. H.; ALIAS, S. A.; ARIYAWANSA, H. A.; BLAIR, J. E.; CAI, L.; DE COCK, A.; DISSANAYAKE, A. J.; GLOCKLING, S. L.; GOONASEKARA, I. D.; GORCZAK, M.; HAHN, M.; JAYAWARDENA, R. S.; AL VAN KAN, J.; LAURENCE, M. H.; LÉVESQUE, C. A.; LI, X.; LIU, J.-K.; MAHARACHCHIKUMBURA, S. S. N.; MANAMGODA, D. S.; MARTIN, F. N.; MCKENZIE, E. H. C.; MCTAGGART, A. R.; MORTIMER, P. E.; NAIR, P. V. R.; PAWŁOWSKA, J.; RINTOUL, T. L.; SHIVAS, R. G.; SPIES, C. F. J.; SUMMERELL, B. A.; TAYLOR, P. W. J.; TERHEM, R. B.; UDAYANGA, D.; VAGHEFI, N.; WALTHER, G.; WILK, M.; WRZOSEK, M.; XU, J.C.; YAN, J.; ZHOU, N. One stop shop: backbone trees for important phytopathogenic general: **Fungal Diversity**, Kunming, v. 67, n. 1, p. 21–125, 2014.

IBGE - **SIDRA**: Sistema IBGE de recuperação automática [on line]. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2017. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda>>. Acesso em: 06 jul. 2017.

KURTZMAN, C. P.; FELL, J. W. **The Yeasts, a taxonomic study**. 4^a. Ed. Amsterdam: Elsevier, 1998, 1055 p.

LESLIE, J. F.; SUMMERELL, B. A. **The *Fusarium* Laboratory Manual**. Editora Blackwell Publishing, Iowa, 2006, 388p.

LIMA, I. M. M.; GAMA, N. S. Registro de plantas hospedeiras (*cactaceae*) e de nova forma de disseminação de *Diaspis echinocacti* (Bouché) (Hemíptera: *Diaspididae*), cochonilha-da-palma-forrageira, nos estudos de Pernambuco e Alagoas. **Neotropical Entomology**, Londrina, v.30, n.3, p. 479-481, 2001.

LIMA, N. C. Avaliação de unidades demonstrativas de palma forrageira (*Nopalea* e *Opuntia*) no estado de Pernambuco. 2013. 75f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.

LIU, J.; SUI, Y.; WISNIEWSKI, M.; DROBY, S.; LIU, Y. Review: utilization of antagonistic yeasts to manage postharvest fungal diseases of fruit. **International Journal of Food Microbiology**, Amsterdam, v. 167, n. 2, p. 153-160, 2013.

LOPES, E. B.; SANTOS, D. C. E.; VASCONCELOS, M. F. **Cultivo da palma forrageira**. In: LOPES, E. B. **Palma forrageira: cultivo, uso atual e perspectivas de utilização no semiárido nordestino**. João Pessoa: EMEPA/FAEPA, 2012. p. 21-60.

MAJURE, L. C.; PUENTE, R.; GRIFFITH, M. P.; JUDD, W. S.; SOLTIS, P. S.; SOLTIS, D. E. Phylogeny of *Opuntia* s. s. (*Cactaceae*): clade delineation, geographic origins, and reticulate evolution. **American Journal of Botany**, Columbus, v. 99, n. 5, p. 847-864, 2012. MAPA. **AGROFIT** - Sistema de agrotóxicos fitossanitários [on line]. Brasília: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2014. Disponível em: <http://extranet.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons>. Acesso em: 18 jun. 2017.

MARIANO, R. L. R.; SILVEIRA, E. B.; GOME, A. M. A. **Controle Biológico de Doenças Radiculares**. In MICHEREFF, S. J.; MENEZES, M. **Ecologia de Patógenos radiculares**. Recife: UFRPE, Imprensa Unversitária, 2002, p.3-7.

MAZZOLA, M.; FREILICH, S. Prospects for Biological Soilborne Disease Control: Application of Indigenous Versus Synthetic Microbiomes. **Phytopathology**, Saint Paul, v. 107, n.3, p. 256-263, 2017.

MÉNDEZ-GALLEGOS, S. J.; TALAVERA-MAGANÃ, D.; GARCÍA-HERRERA, E. J. Identificación y control de las principales enfermedades del nopal. **Revista Salud Publica y Nutricion**, Monterrey, v. 2, n. 14, p. 2–13, 2009.

MENEZES, R. S. C.; SAMPAIO, E. V. S. B.; SALCEO, I. H.; SOUZA, F. J. **Produtividade de palma em propriedades rurais**. In: MENEZES, R. S. C.; SIMÕES, D. A.; SAMPAIO, E. V. S. B. **A palma no Nordeste do Brasil: conhecimento atual e novas perspectivas de uso**. Recife: Ed. Universitária da UFPE, p. 129-142, 2005.

MERGULHÃO, A. C. E. S.; RITO, K. F.; CORDEIRO, D. S.; SILVA, M. L. R. B.; LYRA, M. C. C. P.; SILVA, M. V. Marcadores moleculares para detecção de variabilidade genética em variedades de palma forrageira. **Pesquisa Agropecuária Pernambucana**, Recife, v. 17, n. 1, p. 78-82, 2012.

MORAES, I. O.; CAPALBO, D. M.; MORAES, R. O. **Multiplicação de agentes de controle biológico**. In: BETTIOL, W. **Controle biológico de doenças de plantas**, Jaguariúna: EMBRAPA-CNPDA, 1991. p. 7-23.

MORANDI, M. A. B.; PAULA JÚNIOR, T. J.; BETTIOL, W. TEIXEIRA, H. Controle biológico de fungos fitopatogênicos. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 30, n. 251, p. 73-82, 2009.

MURILO, S. S. A. A região semiárida do Nordeste do Brasil: Questões Ambientais e Possibilidades de uso Sustentável dos Recursos. **Rios Eletrônica- Revista Científica da FASETE**, Paulo Afonso, v. 5, n. 5, p. 89-98, 2011.

NADIA, C.; HAYETTE, L.; SAFIA, M.; YASMINA, M.; YASMINA, H.; ABDEREZAK, T. Physico-chemical characterisation and antioxidant activity of some *Opuntia ficus-indica* varieties grown in North Algeria. **African Journal of Biotechnology**, Ebène, v. 12, n., p. 299-307, 2013.

NUEZ, F.; PÉREZ DE LA VEJA, M.; CARRILLO, J. M. **Resistencia genética a patógenos vegetales**. Valencia: Editorial de la Universidade Politècnica de Valencia, 2004. 568p.

NUNES, C. S. Usos e aplicações da palma forrageira como uma grande fonte de economia para o semiárido nordestino. **Revista Verde**, Mossoró, v.6, n.1, p. 58 – 66, 2011.

O'DONNELL, K.; ROONEY, A. P.; PROCTOR, R. H.; BROWN, D. W.; MCCORMICK, S. P.; WARD, T. J.; FRANDSEN, R. J. N.; LYSØE, E.; REHNER, S. A.; AOKI, T.; ROBERT, V. A. R. G.; CROUS, P. W.; KANG, S.; GEISER, D. M. RPB1 and RPB2 phylogeny supports an early Cretaceous origin and a strongly supported clade comprising all agriculturally and medically important fusaria. **Fungal Genetics and Biology**, Orlando, v. 52, n. 1, p. 20–31, 2013.

OLIVEIRA, E. A.; JUNQUEIRA, S. F.; MASCARENHAS, R. J. Caracterização físico-química e nutricional do fruto da palma (*Opuntia ficus indica* L. Mill) cultivada no sertão do sub-médio São Francisco. **Holos**, Natal, v.3, n.27, p. 113-119, 2011.

OLIVEIRA, F. T.; SOUTO, J. S.; SILVA, R. P.; FILHO, F. C. A.; JÚNIOR, E. B. F. Palma forrageira: adaptação e importância para os ecossistemas áridos e semiáridos. **Revista Verde**, Mossoró, v. 5, n.4, p. 27-37, 2010.

PUNJA, Z. K.; UTKHEDE, R. S. Using fungi and yeasts to manage vegetable crop diseases. **Trend in Biotechnology**, Amsterdam, v. 21, n., p. 400-407, 2003.

REBMAN, J. P.; PINKAVA, D. J. *Opuntia* cacti of North America – an overview. **Florida Entomologist**, Gainesville, v. 84, n. 4, p. 474-483, 2001.

- REYES-AGUERO, J. A.; AGUIRRE-RIVERA, J. R.; HERNÁNDEZ, H. M. Notas sistemáticas y descripción detallada de *Opuntia ficus-indica* (L) Mill. (*Cactaceae*). **Agrociencia**, Texcoco, v. 39, n. 3, p. 395-408, 2005.
- RUSSEL, C. E.; FELKER, P. The prickly-pears (*Opuntia* spp., *Cactaceae*): a source of human and animal food in semiarid regions. **Economic Botany**, Bronx, n.41, v. 3, p. 433-445, 1987.
- SAMPAIO, E. V. S. B. **Fisiologia da palma**. In: MENEZES, R. S. C.; SIMÕES, D. A.; SAMPAIO, E. V. S. B. **A palma no Nordeste do Brasil: conhecimento atual e novas perspectivas de uso**. Recife: Ed. Universitária da UFPE, 2005. p. 43-56.
- SANTOS, D. C. dos; LIRA, M. de A.; DIAS, F. M. **Melhoramento genético da palma forrageira**. In: MENEZES, R. S. C.; SIMÕES, D. A.; SAMPAIO, E. V. S. B. **A palma no Nordeste do Brasil: conhecimento atual e novas perspectivas de uso**. Recife: Ed. Universitária da UFPE, 2005. p. 27-42.
- SANTOS, D. C. dos; LIRA, M. de A.; FARIAS, I.; SANTOS, M. V. F dos. **Programa de melhoramento e coleção de palma forrageira**. In: QUEIRÓZ, M. A. de; GOEDERT, C. O.; RAMOS, S. R. R. **Recursos genéticos e melhoramento de plantas para o Nordeste brasileiro**. Petrolina: Embrapa Semiárido; Brasília, DF: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 1999.
- SANTOS, D. C. E.; ARAÚJO, L. F.; LOPES, E. B.; VASCONCELOS, M. F. **Usos e aplicações da palma forrageira**. In: LOPES, E. B. **Palma forrageira: cultivo, uso atual e perspectivas de utilização no semiárido nordestino**. João Pessoa: EMEPA/FAEPA, 2012. p. 99-150.
- SANTOS, D. C.; FARIAS, I.; LIRA, M. A.; SANTOS, M. V. F.; ARRUDA, G. P.; COELHO, R. S. B.; DIAS, F. M.; MELO, J. N. **Manejo e utilização da palma forrageira (*Opuntia* e *Nopalea*) em Pernambuco**. Recife: IPA, 2006, 48p.
- SANTOS, P. R. D.; MOREIRA, D. L.; GUIMARÃES, E. F.; KAPLAN, M. A. C. Essencial oil analysis of 10 Piperaceae species from the Brazilian Atlantic Frest. **Phytochemistry**, New York, v. 58, n. 4, p. 547-551, 2001.
- SARAVANAKUMAR, D.; SPADARO, D.; GARIBALDI, A.; GULLINO, M. L. Detection of enzymatic activity and partial sequence of a chitinase gene in *Metschnikowia pulcherrima* strain MACH1 used as post-harvest biocontrol agent. **European Journal of Plant Pathology**, Dordrecht, v.123, n. 2, p.183-193, 2009.
- SEBRAE-PE**. Projeto palma cadeia produtiva de alimentação tecnologia de adensamento. Recife – FAEPE, 2003, 31p.
- SILOS-ESPINO, H.; VALDEZ-ORTIZ, A.; RSACÓN-CRUZ, Q.; ROCRÍGUEZ-SALAZAR, E.; PAREDES-LÓPEZ, O. Genetic transformation of prickly-pear cactus

(*Opuntia ficus-indica*) by *Agrobacterium tumefaciens*. **Plant Cell, Tissue and Organ Culture**, Dordrecht, v. 86, n. 3, p. 397–403, 2006.

SILVA, C. C. F.; SANTOS, L. C. Palma Forrageira (*Opuntia Ficus- Indica* Mill) como alternativa na alimentação de ruminantes. **Revista Electrónica de Veterinaria REDVET**, Itapetinga, v. 7, n. 10, p. 1-13, 2006.

SIMÕES, D. A.; SANTOS, D. C.; DIAS, F. M. **Introdução da palma forrageira no Brasil**. In: MENEZES, R. S. C.; SIMÕES, D. A.; SAMPAIO, E. V. S. B. **A palma no Nordeste do Brasil: conhecimento atual e novas perspectivas de uso**. Recife: Editora da Universitária da UFPE, 2005. 258 p.

SNYMAN, H. A. A greenhouse study on root dynamics of cactus pears, *Opuntia ficus-indica* and *Opuntia robusta*. **Journal of Arid Environments**, London, v. 65, n. 4, p. 529-542, 2006.

SOUZA, A. E. F.; NASCIMENTO, L. C.; ARAÚJO, E.; LOPES, E. B.; SOUTO, F. M. Ocorrência e identificação de agentes etiológicos de doenças de palma forrageira (*Opuntia ficus-indica* Mill.) no semiárido paraibano. **Biotemas**, Florianópolis, n. 23, v. 3, p. 11-20, 2010.

SWART, W. J. Strategies for the management of cactus pear diseases: a global perspective. **Acta Horticulturae**, Holanda, v. 811, n. 1, p. 207–216, 2009.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 3.ed. Porto Alegre: ARTMED, 2004.

VENTURA, J. A. Taxonomia de *Fusarium* e seus segregados. Parte II - Chaves para identificação. **Revisão Anual de Patologia de Plantas**, Porto Alegre, v. 8, n. 1, p. 303-338, 2000.

VENTURA, J. A. Taxonomia de *Fusarium* e seus segregados: I – História, meios e procedimentos de cultivo. **Revisão Anual de Patologia de Plantas**, Porto Alegre, v. 7, p. 271-297, 1999.

VIEIRA, M.L.A.; HUGHES, A.F.S.; GIL, V.B.; VAZ, A.B.M.; ALVES, T.M.A.; ZANI, C.L.; ROSA, C.A.; ROSA, L.H. Diversity and antimicrobial activities of the fungal endophyte community associated with the traditional Brazilian medicinal plant *Solanum cernuum* Vell. (*Solanaceae*). **Canadian Journal of Microbiology**, Ottawa, v. 58, n. 1, p. 54-66, 2012.

ZAMBOLIM, L. Associação Brasileira de Educação Agrícola Superior - ABEAS **Princípios de Fitopatologia**. Viçosa, UFV; 2006. 100p.: il (ABEAS. Curso Proteção de Plantas. Módulo 5).

ZHANG, D.; SPADARO, D.; GARIBALDI, A.; GULLINO, M.L. Efficacy of the antagonist *Aureobasidium pullulans* PL5 against postharvest pathogens of peach, apple and plum and its modes of action. **Biological Control**, Orlando, v. 54, p. 172-180, 2010.