

Sistema de cultivo sobre o solo para palmas forrageiras resistentes a cochonilha-do-carmim

Soil cultivation system of forage palms resistant to carmine cochineal

Zulmira Dayana Santos Nascimento ¹; Letícia Nunes Rezende ²; Jailyne Costa Pontes ³;
 Geovani José Machado Neto ⁴; Ângelo Kidelman Dantas de Oliveira ⁵;
 Fernando Kidelmar Dantas de Oliveira ^{6*}

¹Graduada em Ciências Biológicas, Universidade Federal de Campina Grande, Cuité, e-mail: zulmiradayana@gmail.com; ²Graduada em Ciências Biológicas, Universidade Federal de Campina Grande, Cuité, e-mail: leticiaarezende97@gmail.com; ³Graduada em Ciências Biológicas, Universidade Federal de Campina Grande, Cuité, e-mail: costajailyne71@gmail.com; ⁴Graduado em Ciências Biológicas, Universidade Federal de Campina Grande, Cuité, e-mail: geovanimachado64@gmail.com; ⁵Pós-Doutor, Programa de Pós-Graduação em Ciências Naturais e Biotecnologia, Universidade Federal de Campina Grande, Cuité, e-mail: kidelman3@hotmail.com; ⁶Doutor Unidade Acadêmica de Biologia e Química, Universidade Federal de Campina Grande, Cuité, e-mail: kidelmar@ufcg.edu.br. *Autor correspondente.

ARTIGO

Recebido: 16-05-2022
 Aprovado: 06-08-2023

Palavras-chave:
Opuntia sp.
Opuntia stricta
Nopalea cochenillifera
 Semiárido

Key words:
Opuntia sp.
Opuntia stricta
Nopalea cochenillifera
 Semiarid

RESUMO

A palma forrageira é uma das plantas mais cultivadas no semiárido brasileiro. Apesar de sua alta capacidade de adaptação em áreas com escassez de chuvas é vulnerável a doenças e pragas, sendo a mais importante a cochonilha-do-carmim (*Dactylopius opuntiae* Cockerell) que destrói os palmais no semiárido nordestino, tornando-se o principal impasse no cultivo da palma. Em razão disto, esta pesquisa teve como objetivo avaliar o desempenho das espécies de palma forrageira *Opuntia sp.*, *Opuntia stricta*, *Nopalea cochenillifera*, consideradas resistentes à referida praga, implantadas de maneira convencional comparando-as ao sistema de cultivo sobre o solo em período de déficit hídrico. O experimento foi conduzido no município de Jaçanã, Rio Grande do Norte. Foi adotado delineamento experimental em blocos casualizados, em esquema fatorial com seis tratamentos cognominados de cultivo convencional e sistema de cultivo sobre o solo com as três espécies com duração de 12 meses. Os resultados mostraram que o desempenho dos sistemas de cultivo das variedades com recorte temporal no período de estiagem foi semelhante em ambos os sistemas de cultivo, em relação às variáveis: emissão e fixação de raízes, emissão de novos cladódios. Os dois sistemas de cultivo proporcionam desempenho semelhante em relação ao cultivo das variedades investigadas.

ABSTRACT

Cactus pear is one of the most cultivated plants in the Brazilian semi-arid region since its implantation. Despite its high adaptability in areas with scarce rainfall, it is vulnerable to diseases and pests, the most important being the carmine cochineal (*Dactylopius opuntiae* Cockerell) which significantly destroyed palm groves in the northeastern semi-arid region, making it the main stalemate in oil palm cultivation. For this reason, this research aimed to evaluate the performance of forage cactus species *Opuntia sp.*, *Opuntia stricta*, *Nopalea cochenillifera*, considered resistant to the referred pest, implanted in a conventional way, comparing them to the new cultivation system over the soil in a period water deficit. The experiment was conducted in the municipality of Jaçanã, Rio Grande do Norte. An experimental design was adopted in randomized blocks, in a factorial scheme with six treatments named Palma baiana conventional cultivation; Bahia palm cultivation system on soil; Conventional cultivation Mexican palm; Mexican palm cultivation system on the ground; Sweet palm conventional cultivation and Sweet palm cultivation system on the ground and duration of 12 months. The results showed that the performance of the varieties during the dry season was similar in both cropping systems, indicating that plant development is more related to their morphology than to the cropping system. The two cultivation systems provide similar performance, but the soil cultivation system is recommendable and innovative due to cost savings and ease of implantation of the crop.

INTRODUÇÃO

A palma forrageira é importância na alimentação animal em regiões áridas e semiáridas do planeta, sendo considerada pela Organização das Nações Unidas (2019) uma das espécies para minimizar a fome humana e de animais domésticos no planeta.

Segundo Lopes et al. (2009) desde o início de sua implantação a palma forrageira mostrou alto desempenho produtivo no Nordeste do Brasil, condições ambientais inerentes ao semiárido brasileiro contribuíram para o maior interesse e expansão das áreas de cultivo da palma forrageira, considerando a maior adaptabilidade da planta e a necessidade do fortalecimento e sustentabilidade da atividade agropecuária da região (GOMES et al., 2018; MATOS et al., 2021).

Características da palma forrageira relacionadas a sua acessibilidade e fácil multiplicação, associadas aos mecanismos fisiológicos de eficiência fotossintética eficiência no uso da água, rendimento, resiliência e qualidade nutricional demonstraram-se fundamentais para os produtores (BLANCO-MACÍAS et al., 2010; LOPES et al., 2019; TEIXEIRA et al., 2019). Sendo essas características consequências das interações entre as características edafoclimáticas do ambiente de cultivo, das técnicas e práticas de manejo adotadas pelo produtor e do potencial genético da planta (RESENDE et al., 2002; PIMENTA-BARRIOS et al., 2012; DONATO et al., 2017; MATOS et al., 2020).

A palma forrageira é um alimento volumoso de suma importância durante o período de estiagem nas regiões do semiárido nordestino, sendo rica em mucilagem, elevado coeficiente de digestibilidade da matéria seca e altos teores minerais (Ca, K e Mg) (TEIXEIRA et al., 1999). Além de fornecer um alimento verde, a palma supre grande parte das necessidades de água dos animais na época de escassez deste recurso (SANTOS et al., 2006).

Entretanto, os insetos pragas, mais especificamente a cochonilha-do-carmim [*Dactylopius opuntiae* Cockerell (Hemiptera: Dactylopiidae)], tem se tornado o principal entrave para a exploração da palma forrageira nos estados produtores do Nordeste brasileiro (LIRA, 2017). A ocorrência desta praga tem dizimado grandes extensões de cultivo de palma, prejudicando diretamente os pequenos pecuaristas, no entanto, como manejo dessa praga, tem-se adotado o uso de variedades resistentes e assim diminuindo os danos causados nos cultivos.

Conforme Leite et al. (2014) o estudo dos sistemas de produção desta cultura consegue revelar consideráveis contribuições na compreensão do manejo utilizada pelos produtores rurais. O sistema de cultivo convencional traz um custo razoável de implantação da cultura devido às etapas de coveamento, colocação dos cladódios e cobertura com solo. No sistema de cultivo sobre o solo essas práticas são suprimidas diminuindo os gastos financeiros e tempo de implantação dos cultivos.

Em razão disto propõe-se o sistema de cultivo sobre o solo, utilizando as espécies descritas como resistentes a cochonilha-do-carmim, com o intuito de facilitar a implantação de áreas que foram comprometidas pelo ataque

dessa praga e que causaram danos como o apodrecimento dos cladódios, provocando prejuízos à pecuária regional.

Desta forma, esta pesquisa teve como objetivo avaliar o desempenho de três variedades de palmas forrageiras no sistema de cultivo sobre o solo e no sistema convencional implantadas em período de déficit hídrico, além de acompanhar a emissão e fixação dos cladódios-semente ao solo e identificar a ocorrência de insetos-praga.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi implantado em período de déficit hídrico, que teve duração de 12 meses, com início em 08 de outubro de 2019 e término em 08 de outubro de 2020, no estabelecimento rural denominado Chã da Bolandeira, Jaçanã, Rio Grande do Norte, no entanto, para o primeiro semestre da pesquisa, os dados referentes à emissão e fixação de raízes e novas brotações de cladódios e, para o segundo semestre, além das emissões de novos cladódios foram considerados as emissões do primeiro semestre. Esta área apresenta uma fitofisionomia típica do bioma Caatinga. O clima característico é semiárido do tipo BS'h (Köppen-Gaiger), com temperatura média anual próxima dos 25,6 °C (CPRM, 2005). As atividades econômicas predominantes desenvolvidas na região são a agropecuária, o extrativismo e o comércio (CPRM, 2005; MARIO, 2016).

Para a pesquisa foi realizada a implantação dos sistemas de cultivo sobre o solo e cultivo convencional utilizando as variedades de palma forrageira: orelha mexicana de elefante (*Opuntia stricta*), palma doce (*Nopalea cochenillifera*) e palma baiana (*Nopalea* sp.), variedades resistentes a cochonilha-do-carmim. Os cladódios utilizados foram provenientes de matrizes existentes no mesmo estabelecimento rural no qual se realizou a pesquisa.

Para registrar a precipitação pluviométrica foi instalado pluviômetro de leitura direta, que não registrou precipitações pluviométricas nos meses de outubro, novembro e dezembro de 2019, mas também coletou os dados de precipitação pluviométrica ocorrida no período de janeiro a dezembro de 2020, mostrando o período chuvoso entre os meses de janeiro a junho e o período de estiagem de julho a dezembro (Figura 1).

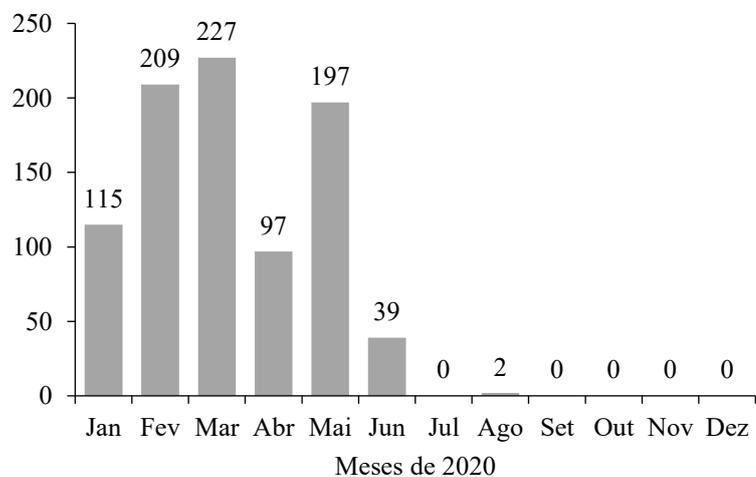


Figura 1. Precipitação pluviométrica ocorrida no período de janeiro a dezembro de 2020 na zona rural de Jaçanã, Rio Grande do Norte.

O espaçamento adotado foi de 1,0 m entre fileiras e 0,5 m entre plantas, correspondente a 20.000 plantas por hectare. O solo da área experimental foi classificado nos atributos físico-químico como solo areno-argiloso de baixa fertilidade. Toda a pesquisa foi realizada sem uso de sistema de irrigação.

O delineamento experimental foi em blocos completos ao acaso, no esquema fatorial de 2 x 3, estes sendo dois sistemas de cultivo e três variedades. Foram adotados seis tratamentos

cognominados de: PbCC - Palma baiana cultivo convencional; PbSS - Palma baiana sistema de cultivo sobre o solo; PmCC - Palma mexicana cultivo convencional; PmSS - Palma mexicana sistema de cultivo sobre o solo; PdCC - Palma doce cultivo convencional e PdSS - Palma doce sistema de cultivo sobre o solo. Cada parcela experimental foi representada por três cladódios das três variedades, totalizando 72 plantas por bloco, como mostra a Figura 2.



Figura 2. Implantação da palma baiana no sistema de cultivo sobre o solo e a distribuição espacial com as bordaduras na área experimental no município de Jaçanã, Rio Grande do Norte.

Para os tratamentos PbCC, PmCC e PdCC foi utilizado o sistema de cultivo convencional, onde foram feitas covas, cuja profundidade permitia a imersão de cerca de 50% do cladódio que foi posicionado transversalmente, sentido Leste – Oeste, de acordo com as recomendações técnicas (SENAR, 2018).

Para os tratamentos utilizados no sistema de cultivo sobre o solo (PbSS, PmSS e PdSS), os cladódios foram distribuídos nos locais marcados de acordo com a casualização, uma vez que nesse método é necessário apenas que o cladódio seja posicionado na horizontal conforme o espaçamento escolhido. Foi realizada a disposição de bordaduras nas extremidades laterais do experimento.

As variáveis investigadas foram: curvatura do cladódio, através de diagnóstico visual a partir do primeiro mês de implantação do experimento; ocorrência de enraizamento, por meio da retirada leve do cladódio do solo sem que prejudicasse as raízes primárias, sendo posteriormente colocado de volta ao mesmo local; fixação do cladódio ao solo, verificado pela tentativa de retirada e à medida que não era possível se considerava fixo ao solo, que foram observadas por 90 e 120 dias a partir da instalação do experimento; emissão de brotações de maneira visual; o número de cladódios foi realizado pela contagem direta destes mensalmente, mas os resultados foram agrupados por trimestre; e tombamento dos cladódios-matriz através do diagnóstico visual e registros fotográficos. O registro das injúrias provocadas pelos insetos-praga e doenças, sendo realizado conforme identificação visual, realizada em análise mensal.

Os dados coletados de número de cladódios foram submetidos ao teste de normalidade e posteriormente foi realizada a análise de variância, e as médias das características comparadas pelo teste de Tukey, $\alpha \leq 0,05$, realizado por meio do software estatístico Sisvar (FERREIRA, 2014).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em relação à curvatura do cladódio, pode-se afirmar que a fixação dos cladódios-semente ao solo não foram prejudicando no processo de evapotranspiração do cladódio-

semente que acontece na curvatura da base e do ápice, diminuindo inclusive o contato das aréolas com o solo, o que proporciona dificuldade da aréola emitir raiz, no entanto, com o passar dos dias os cladódios vão absorvendo água e nutrientes e dessa forma permitindo o enraizamento.

Sobre a possibilidade de tombamento dos cladódios-matriz constatou-se que durante os 12 meses de investigação não ocorreram tombamentos mesmo no sistema de cultivo sobre o solo.

Entre as variedades analisadas, a palma doce apresentou maior percentagem de emissão de raízes fixas aos 90 dias em relação ao tratamento que adotou o sistema de cultivo sobre o solo, totalizando 100% das raízes emitidas com fixação ao solo aos 120 dias (Tabela 1), mas no que se refere ao tratamento PdSS, mesmo apresentando menor tolerância à seca, como relata Rocha (2012) sobre esta espécie, tanto a emissão como a fixação foram superiores aos demais tratamentos investigados.

Tabela 1. Emissão de raízes fixadas ao solo de variedades de palmas forrageiras no sistema de cultivo sobre o solo e cultivo convencional aos 90 e 120 dias, Jaçanã, Rio Grande do Norte

Tratamento	Emissão com fixação (%)	
	90 dias	120 dias
PbCC	100	100
PbSS	58,33	94,44
PdCC	100	100
PdSS	91,66	100
PmCC	100	100
PmSS	79,16	93,05

PbCC - Palma baiana cultivo convencional; PbSS - Palma baiana sistema de cultivo sobre o solo; PmCC - Palma mexicana cultivo convencional; PmSS - Palma mexicana sistema de cultivo sobre o solo; PdCC - Palma doce cultivo convencional e PdSS - Palma doce sistema de cultivo sobre o solo.

Nos tratamentos PbSS e PmSS, observou-se que aos 90 dias, parte dos cladódios emitiram raízes com fixação com valores de 58,33% e 79,16%, respectivamente. Aos 120 dias,

PbSS 94,44% emitiram raízes se fixando ao solo e PmSS com 93,05% ocorrendo o mesmo, mostrando que não houve diferenças no percentual entre os sistemas de cultivo, o convencional (SCC) e o sobre o solo (SCSS). Campos, (2018) estudando manejo de irrigação de seis cultivares de palma forrageira, afirma que a cultivar orelha de elefante quando submetida à condição sem uso da irrigação, sofreu alguns efeitos fisiológicos negativos, como redução da fotossíntese, da condutância estomática noturna, do acúmulo de ácido, do teor de água do parênquima e do clorênquima, resultando em reduções ou estagnação das medidas biométricas dos cladódios, no entanto, nesta pesquisa, em relação à emissão de raízes em condições de sequeiro aos 120 dias não foi constatado diferenças na emissão e fixação de cladódios que comprometessem as variedades investigadas.

Resende et al. (2020) na investigação da influência do substrato e do enraizamento na aclimatização de *Melocactus glaucescens* (Cactaceae) propagados *in vitro* afirmam que o percentual de areia no solo beneficia a evolução das plantas, visto que suas especificidades favorecem a permeabilidade e aeração do substrato, acarretando melhores condições para o enraizamento, fato este, no substrato usado que pode ter beneficiado o enraizamento da presente pesquisa devido ao solo ser areno-argiloso.

Contudo, constatou-se que, para a média do número de cladódios nos trimestres investigados nenhum dos tratamentos apresentou diferenças. No segundo trimestre observou-se que não houve diferenças estatísticas entre os tratamentos, como pode ser visto na Tabela 2.

Tabela 2. Média do número de cladódios nos quatro trimestres, comparada entre as variedades de palmas forrageiras cultivadas no sistema de cultivo sobre o solo e cultivo convencional.

Tratamento	1º trimestre	2º trimestre	3º trimestre	4º trimestre
PbCC	0,71 a	1,67 a	3,93 a	6,31 a
PbSS	0,80 a	1,66 a	3,72 a	6,46 a
PmCC	0,62 a	1,87 a	3,96 a	4,49 a
PmSS	0,10 a	1,69 a	3,90 a	4,26 a
PdCC	0,93 a	2,14 a	3,84 a	6,21 a
PdSS	0,52 a	1,39 a	2,41 a	3,89 a
CV	61,75%	18,65%	21,18%	18,6%

PbCC - Palma baiana cultivo convencional; PbSS - Palma baiana sistema de cultivo sobre o solo; PmCC - Palma mexicana cultivo convencional; PmSS - Palma mexicana sistema de cultivo sobre o solo; PdCC - Palma doce cultivo convencional e PdSS - Palma doce sistema de cultivo sobre o solo. CV - Coeficiente de variação (%). 1º trimestre - Outubro-Novembro-Dezembro de 2020 + Janeiro de 2021, 2º trimestre - Fevereiro-Março-Abril de 2021, 3º trimestre - Maio-Junho-Julho de 2021, 4º trimestre - Agosto-Setembro-Outubro de 2021.

Durante o segundo trimestre foram registradas as maiores precipitações pluviométricas, sendo maio o mês mais chuvoso, com 227 mm, apesar da implantação do experimento ter ocorrido em período de déficit hídrico, durante o segundo trimestre estudado as precipitações promoveram o aumento no número de cladódios. Scalisi et al. (2016) reconhecem que há necessidade do estudo do efeito do estresse hídrico sobre os mecanismos fisiológicos que causam o crescimento dos cladódios, pois é essencial para melhorar o entendimento do desempenho das suculentas em geral, o que denota na pesquisa realizada, pois com precipitação considerada favorável ao crescimento da cultura não interferiu na emissão de novos cladódios entre as variedades estudadas.

Na comparação da média do número de cladódios entre os sistemas de cultivo, pode-se observar que não ocorreram diferenças estatísticas entre nenhum tratamento. Evidenciando dessa maneira que as plantas cresceram de forma semelhante em ambos os sistemas de cultivo. Esta informação corrobora com um estudo realizado por Lopes et al. (2009) sobre o efeito das formas de plantio de cladódios com palma, onde, foi observado que não houve diferença estatística na produção de cladódios de palma doce entre as formas de cultivo: cladódios plantados na vertical 90°, cladódios plantados com vértice para o leste, inclinação de 45° e cladódios plantados com vértice para o oeste, com inclinação de 45°, denotando dessa forma que os cladódios colocados de maneira horizontal no solo, o que representa 180° não interferiu na produção de cladódios.

No transcorrer da pesquisa foi registrada a ocorrência da cochonilha-de-escamas [*Diaspis echinocacti* Bouché (Hemiptera: Diaspididae)]. O ataque desta praga promove uma série de injúrias, facilitando seu reconhecimento. No entanto, é

importante observar os problemas fisiológicos, que são geralmente provocados em cladódios mais velhos nos períodos de estiagem, com exibição de pústulas sobre o tegumento das plantas (SANTOS et al., 2006). Nesta pesquisa não foi registrada a ocorrência desta praga na variedade orelha de elefante mexicana, conforme Figueiredo (2018) a variedade orelha de elefante mexicana demonstra sensibilidade à cochonilha-de-escamas, sendo cultivada com as variedades doce e baiana, a palma baiana foi a que apresentou maior resistência a esta praga, por sua vez Aragão (2000) associa a baixa ocorrência da cochonilha-de-escamas na palma baiana à morfologia própria da planta.

Observando a Figura 2, nota-se ataque severo da cochonilha-de-escamas de coloração marrom a esbranquiçada sobre o verde característico da planta, mas sem atingir o nível de dano na área experimental.

Para controle da cochonilha-de-escamas na palma forrageira, Santos et al. (2006) recomendam o manejo integrado, enfatizando o controle biológico por meio de inimigos naturais, como por exemplo a *Zagreus bimaculosus* Mulsant (Coleoptera: Coccinellidae). Foi observada a ocorrência de joaninhas da espécie *Z. bimaculosus*, na área (Figura 3). Guerreiro (2004) afirma que a ocorrência de coccinélidos predadores implica na diminuição de injúrias promovidas por ataques de insetos-praga como as cochonilhas, minimizando dessa maneira os custos adicionais com pesticidas, bem como a contaminação ambiental.



Figura 2. Ocorrência da cochonilha-de-escamas (*Diaspis echinocacti*) em palma forrageira baiana (*Nopalea* sp.) na área experimental no município de Jaçaná, Rio Grande do Norte

Notou-se que houve ataque causado pela espécie *Aricoris campestris* (H. Bates) (Lepidoptera: Riodinidae) na cultivar doce (Figura 4), que foram injúrias provocadas nos cladódios jovens com destruição de parte formando galerias na região central e partes periféricas, enquanto nas demais variedades de palmas não foram acometidas pelo inseto.

Souza et al. (2018) realizaram estudo sobre a ocorrência de *A. campestris* na palma doce, observaram que o inseto praga alimenta-se basicamente dos cladódios, primeiramente raspando-os, promovendo perfuração da área injuriada seguida de necrose, o que ocorreu no presente trabalho, como pode ser observado na Figura 4.

O ataque dessa espécie ocorre exclusivamente à noite, durante o dia as lagartas se escondem em folhagens ou em caules secos da palma, o que dificulta seu controle (ARAÚJO et al., 2019). Brito (2019) afirma que a presença de insetos como formigas, lagartas e gafanhotos é ocasional em algumas espécies de palma, especialmente nas plantas mais jovens. Não foi verificado ocorrência de nenhuma doença nas palmas durante o experimento.



Figura 3. Agente biológico joaninha (*Zagreus bimaculosus*) predando a cochonilha-de-escamas (*D. echinocacti*) em palma forrageira baiana (*Nopalea* sp.) ocorrência na área experimental no município de Jaçaná, Rio Grande do Norte.

CONCLUSÃO

O sistema de cultivo sobre o solo e sistema de cultivo convencional para as variedades, *Nopalea* sp., *Opuntia stricta* e *Nopalea cochenillifera*, obtiveram desempenho semelhantes.

A implantação das variedades em sistema de cultivo sobre o solo no durante déficit hídrico emitem raízes e se fixam ao solo em período mais longo que ocorre em cultivo convencional.

As infestações dos insetos-praga cochonilha-de-escamas (*Diaspis echinocacti*) e *Aricoris campestris* não provocaram nível de dano para controle.



Figura 4. Ocorrência e injúrias provocadas pela lagarta *Aricoris campestris* (H. Bates) na palma doce (*Nopalea cochenillifera*) na área experimental no município de Jaçaná, Rio Grande do Norte.

REFERÊNCIAS

- ALVES, F. A. L.; ANDRADE, A. P. de; ALCÂNTARA BRUNO, R. L.; SANTOS, D. C. dos; PEREIRA, V. L. A. Study of the genetic variability, correlation and importance of phenotypic characteristics in cactus pear (*Opuntia* and *Nopalea*). African Journal of Agricultural Research., v. 11, n. 31, p. 2849-2859, 2016. [10.5897/AJAR2016.11011](https://doi.org/10.5897/AJAR2016.11011)
- ARAGÃO, C. A.; MALUF, W. R.; DANTAS, B. F.; GAVILANES, M. L.; CARDOSO, M. G. Tricomas foliares associados à resistência ao ácaro rajado (*Tetranychus urticae* Koch.) em linhagens de tomateiro com alto teor de 2-tridecanona nos folíolos. Ciência e Agrotecnologia, v. 24, p.81-93, 2000.
- ARAÚJO, J. S.; PEREIRA, D. D.; LIRA, E. C; FÉLIX, E. dos S.; SOUZA, J. T. A.; LIMA, W. B. de. Palma Forrageira: Plantio e Manejo. INSA – Campina Grande – PB 2019.
- AZEREDO, E. H. de; RODRIGUES, W. C.; CASSINO, P. C. R. Ocorrência de *Selenaspidus articulatus* (Morgan) (Hemiptera, Diaspididae) e do predador *Pentilia egea* (Mulsant) (Coleoptera, Coccinellidae) em *Myrtus communis* L. (Myrtaceae), em Pinheiral, RJ. Revista Brasileira de Entomologia, v. 48, n. 4, p. 569-576, 2004.
- BLANCO-MACÍAS, F.; MAGALLANES-QUINTANAR, R.; VALDEZ-CEPEDA, R. D.; VÁZQUEZ-ALVARADO, R.; OLIVARES-SÁENZ, E.; GUTIÉRREZ-ORNELAS, E.; VIDALES-CONTRERAS, J. A.; MURILLO-AMADOR, B., 2010. Nutritional reference values for *Opuntia ficus-indica* determined by means of the boundary-line approach. Journal of Plant Nutrition Soil Science, n. 173, p. 927-934. [10.1002/jpln.200900147](https://doi.org/10.1002/jpln.200900147).
- BRITO, E. S. Diversidade de insetos em palma forrageira no Município de Petrolina - PE. TCC (Bacharelado em Agronomia) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sertão Pernambucano, Campus Petrolina Zona Rural, Petrolina - PE, 2019.
- CAMPOS, A. R. F. Manejo de irrigação na palma forrageira: definição de critérios com base no potencial matricial da água no solo. Tese (Doutorado) Universidade Federal do Recôncavo da Bahia Cruz das Almas, BA, 2018.
- CARGNELUTTI FILHO, A.; STORCK, L.; LÚCIO, A. D. C.; CARVALHO, M. P.; SANTOS, P. M. A precisão experimental relacionada ao uso de bordaduras nas extremidades das fileiras em ensaios de milho. Ciência Rural, v. 33, n. 4, p. 607-614, 2003.
- CPRM - Serviço Geológico do Brasil. Diagnóstico do município de Jaçanã, estado do Rio Grande do Norte In: MASCARENHAS, J. C.; BELTRÃO, B. A.; SOUZA-JÚNIOR, L. C.; PIRES, S. T. M.; ROCHA, D. E. G. A.; CARVALHO, V. G. D. (Ed.). Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea, estado do Rio Grande do Norte. Recife: CPRM/PRODEEM, 2005c. p. 11.
- DONATO, S. L. R.; SILVA, J. A.; DONATO, P. E. R.; RODRIGUES, M. G. V.; RUFINO, L. D. de A.; SILVA JÚNIOR, A. A e., 2017d. Exigências nutricionais e manejo da adubação em palma forrageira. Informe Agropecuário, n. 38, p. 62-75.
- FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. Ciência e Agrotecnologia, v. 35, n. 6, p. 1.039-1.042. 2014.
- FIGUEREDO, W. R. S. Resistência de palma forrageira: in vitro e ex vitro à cochonilha-de-escama *Diaspis echinocati* (Hemiptera: Diaspididae) (Bouché, 1833). Tese (Doutorado) Universidade Federal da Paraíba – Areia, 2018.
- GOMES, G. M. F.; CÂNDIDO, M. J. D.; LOPES, M. N.; MARANHÃO, T. D.; ANDRADE, D. R. de; COSTA, J. F. M.; SILVEIRA, W. M.; NEIVA, J. N. M., Chemical composition of cactus pear cladodes under different fertilization and harvesting managements. Pesquisa Agropecuária Brasileira, n. 53, p. 221-228. 2018 [10.1590/s0100-204x2018000200011](https://doi.org/10.1590/s0100-204x2018000200011).
- GUERREIRO, J. C. A importância das joaninhas no controle biológico de pragas no Brasil e no mundo. Revista Científica Eletrônica de Agronomia. ed. 5. 2004.
- FONSECA, V. A.; COSTA, L. C.; SILVA, J. A.; DONATO, S. L. R.; DONATO, P. E. R; SOUZA, E. S. Cacto pera 'Gigante' cultivada em diferentes densidades populacionais em um arranjo mecanizável. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v. 24, n. 11, p.769-775, 2020.
- LIRA, M. de A. Cadernos do Semiárido: riquezas & oportunidades – Cultivos e Usos. Recife: Editora do IPA. v. 7, n. 7, 2017.
- LIMA, I. M. M.; GAMA, N. S. Registro de plantas hospedeiras (Cactaceae) e de nova forma de disseminação de *Diaspis echinocacti* (Bouché) (Hemiptera: Diaspididae), cochonilha-da-palma-forrageira, nos estados de Pernambuco e Alagoas. Neotropical Entomology. v. 30 n. 3, 2001.
- LOPES, E. B; BRITO, C. H. de; ALBUQUERQUE, J. L. B. Efeito de formas de plantio na produção de cladódios em Palma doce. Engenharia Ambiental, v. 6, n. 1, p. 303-308, 2009.
- LOPES, L. A.; CARDOSO, D. B; CAMARGO, K. S.; SILVA, T. G. P. da; SOUZA, J. de S. R.; SILVA, J. R. C. da; MORAIS, J. S. DE; ARAÚJO, T. P. M., 2019. Palma forrageira na alimentação de ruminantes. Publicações em Medicina Veterinária e Zootecnia, n. 13, p. 1-10. [10.31533/pubvet.v13n3a277.1-10](https://doi.org/10.31533/pubvet.v13n3a277.1-10).
- MARIO, O. Jaçanã, meio século de história. 2ª edição revista e atualizada. Natal/RN: Offset, 2016.
- MATOS, L. V.; DONATO, S. L. R.; KONDO, M. K.; LANI, J. L.; ASPIAZÚ, I., 2021. Soil attributes and the quality and yield of 'Gigante' cactus pear in agroecosystems of the semiarid region of Bahia. Journal of Arid Environments, n. 185, p. 1-15. [10.1016/j.jaridenv.2020.104325](https://doi.org/10.1016/j.jaridenv.2020.104325).
- MATOS, L. V.; DONATO, S. L. R.; SILVA, B. L. da; KONDO, M. K.; LANI, J. L., 2020. Structural characteristics and yield of 'Gigante' cactus pear in agroecosystems in the semi-arid region of Bahia, Brazil. Revista Caatinga, n. 33, p. 1111-1123. [10.1590/1983-21252020v33n426rc](https://doi.org/10.1590/1983-21252020v33n426rc).

PIMIENTA-BARRIOS, E.; HERNÁNDEZ, J. Z.; MUÑOZURIAS, A.; MURGUÍA, C. R., Ecophysiology of young stems (cladodes) of *Opuntia ficus-indica* in wet and dry conditions. *Gayana Botanica*, n. 69, p. 232-239, 2012.

RESENDE, S. V.; LIMA-BRITO, A.; SANTANA, J. R. F. de. Influência do substrato e do enraizamento na aclimatização de *Melocactus glaucescens* Buining & Brederoo propagados *in vitro*. *Revista Ceres*, v. 57, n. 6, p. 803-809, 2010.

RESENDE, M.; CURI, N.; LANI, J. L., 2002. Reflexões sobre o uso dos solos brasileiros. In: ALVAREZ V., V. H.; SCHAEFER, C. E. G. R.; BARROS, N. F.; MELLO, J. W. V.; COSTA, L. M., eds. Tópicos em Ciência do Solo. Viçosa, MG, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, n. 2, p. 593-644.

ROCHA, J. E. da S.; Palma forrageira no Nordeste do Brasil: O Estado da Arte. Sobral: Embrapa Caprinos e Ovinos – Documentos. 1 ed. p.40, 2012.

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, 48p. (IPA. Documentos, 30), 2006.

SCALISI, A.; MORANDI, B.; INGLESE, P.; BIANCO, R. Dinâmica de crescimento do cladódio em *Opuntia ficus-indica* sob seca. *Elsevier: Botânica Ambiental e Experimental*, Itália. v. 22 p.158 – 167, 2016.

SENAR - Serviço Nacional de Aprendizagem Rural. Palma forrageira: Cultivo de palma forrageira no semiárido brasileiro / Serviço Nacional de Aprendizagem Rural. Brasília: SENAR, 3. ed. 2018.

SOUZA, M. dos S. de; SOUZA, J. T. A.; LIMA, G. F. C.; MEDEIROS, M. R. de; OLIVEIRA, R. de; BATISTA, J. de L. 2018. Primeiro registro de *Aricoris campestris* (H. Bates) (Lepidoptera: Riodinidae) em palma forrageira *Nopalea cochenillifera* (L.) Salm-Dyck (Cactaceae) no Brasil. *EntomoBrasilis*. v. 11, n. 2, p. 142-143, 2018.

TEIXEIRA, M. B.; DONATO, S. L. R.; SILVA, J. A. da; DONATO, P. E. R., 2019. Establishment of dris norms for cactus pear grown under organic fertilization in semiarid conditions. *Revista Caatinga*, n. 32, p. 952 – 959. [10.1590/1983-21252019v32n411rc](https://doi.org/10.1590/1983-21252019v32n411rc).

TEIXEIRA, J. C.; EVANGELISTA, J. R.; PEREZ, I. A. C. M. T.; MORON, I. R. cinética da digestão ruminal da palma forrageira (*Nopalea cochenillifera* (L.) Lyons-Cactaceae) em bovinos e caprinos. *Ciência e Agrotecnologia*. v. 23, n. 1, p.179-186, 1999.

VASQUEZ-VASQUEZ, C.; TARANGOL, R. Z.; ORONACASTILHO, I.; MURILLO-AMADOR, B.; SALAZAE-SOSAL, E.; VASQUEZ-ALVARADO, R.; GÁRCIA-HERNANDEZ; TROYO-DIÉGUEZ, E. Root growth rate analysis in four *Opuntia ficus-indica* (L.) Mill. varieties. Changes in Physical Properties and Chemical Composition, p. 83 – 90, 2007.