


**PALMA COMO CULTURA ESTRATÉGICA DO SEMIÁRIDO: ORIGEM, ECOFISIOLOGIA, SISTEMAS DE PRODUÇÃO, MELHORAMENTO GENÉTICO E POTENCIAL ALIMENTÍCIO**

**FORAGE CACTUS AS A STRATEGIC CROP OF THE SEMI-ARID REGION: ORIGIN, ECOPHYSIOLOGY, PRODUCTION SYSTEMS, GENETIC IMPROVEMENT, AND FOOD POTENTIAL**

 <https://doi.org/10.63330/aurumpub.030-002>

**Maria do Perpetuo Socorro Damasceno Costa**

Doutorado em Agronomia

E-mail: maria.damasceno@pesquisa.insa.gov.br

**Daniela Batista da Costa**

Doutorado em ciência do solo

E-mail: daniela.costa@pesquisa.insa.gov.br

**Renato Pereira Lima**

Doutorado em agronomia

E-mail: renato.lima@pesquisa.insa.gov.br

**Evaldo dos Santos Felix**

Mestre em ciência do solo

E-mail: evaldoengagro@gmail.com

**José Thyago Ayres Souza**

Doutorado em Agronomia

E-mail: thyago.agro@hotmail.com

**Washington Benevenuto de Lima**

Doutorado engenharia Agrícola

E-mail: washi\_bene@yahoo.com.br

**Inacia dos Santos Moreira**

Doutorado engenharia agrícola

E-mail: inaciamoreira8@gmail.com

**Elder Cunha Lira**

Doutorado em ciência do solo

E-mail: elder.lira@hotmail.com

**Jucilene Silva Araújo**

Doutorado agronomia

E-mail: jucilene.araujo@insa.gov.br



## RESUMO

A palma (*Opuntia* spp. e *Nopalea* spp.), originária do México e amplamente adaptada a ambientes áridos, tornou-se uma das culturas mais importantes para o Semiárido brasileiro. Introduzida no país no século XIX, consolidou-se como fonte estratégica de alimento para os rebanhos devido ao alto teor de água dos cladódios, à elevada eficiência no uso da água (metabolismo CAM) e à capacidade de produzir mesmo sob seca severa. O Brasil possui a maior área cultivada do mundo, concentrada no Nordeste, onde diferentes cultivares apresentam elevada produtividade, boa palatabilidade e adaptação a condições de baixa pluviosidade. Nos últimos anos, avanços significativos ocorreram em melhoramento genético, manejo e ecofisiologia, com destaque para o desenvolvimento de cultivares resistentes à Cochonilha-do-carmim e para pesquisas conduzidas por instituições como o INSA. Paralelamente, cresce o interesse pela palma na alimentação humana, tanto pelo fruto (figo-da-índia) quanto pelos cladódios jovens, ricos em fibras, antioxidantes e compostos funcionais. Assim, a palma desponta como cultura estratégica para a segurança forrageira, alimentar e econômica do Semiárido, além de apresentar grande potencial para usos agroindustriais inovadores.

**Palavras-chave:** *Opuntia* spp.; Semiárido; Melhoramento genético; Segurança alimentar.

## ABSTRACT

Cactus pear (*Opuntia* spp. and *Nopalea* spp.), native to Mexico and widely adapted to arid environments, has become one of the most important crops for the Brazilian Semi-Arid region. Introduced into the country in the nineteenth century, it has consolidated as a strategic feed source for livestock due to the high water content of its cladodes, high water-use efficiency (CAM metabolism), and capacity to produce even under severe drought conditions. Brazil has the largest cultivated area of cactus pear in the world, concentrated in the Northeast, where different cultivars show high productivity, good palatability, and adaptation to low rainfall conditions. In recent years, significant advances have been achieved in genetic improvement, crop management, and ecophysiology, particularly in the development of cultivars resistant to carmine cochineal and in research conducted by institutions such as the INSA. At the same time, interest in cactus pear for human consumption has increased, both for its fruit (prickly pear) and for young cladodes, which are rich in fiber, antioxidants, and functional compounds. Thus, cactus pear emerges as a strategic crop for forage, food, and economic security in the Semi-Arid region, with great potential for innovative agro-industrial applications.

**Keywords:** *Opuntia* spp.; Semi-Arid; Genetic improvement; Food security.



## 1 INTRODUÇÃO

### 1.1 ORIGEM, HISTÓRICO E ASPECTOS BOTÂNICOS DA PALMA

A palma é Originária do México, essa cultura tem se expandido para todo o continente americano também foi difundida pela Ásia, África, Europa e Oceania, adaptando-se a diferentes climas, sendo cultivada desde regiões áridas e semiáridas de todo o mundo. No mundo, existem 178 gêneros com 2.000 espécies distribuídas, mas os gêneros com maior importância econômica são o *Opuntia* e o *Nopalea* (MARQUES et al., 2017). No Brasil, a palma foi introduzida pelos portugueses na época da colonização, por volta de 1818, provavelmente trazida das ilhas Canárias para a cidade do Rio de Janeiro, visando a produção de corante vermelho produzido pela cochonilha do carmim (*Dactylopius opuntiae*) que se desenvolvem em seus cladódios, usado na indústria (ROCHA, 2012).

A palma forrageira começou a ganhar destaque na região semiárida do Brasil a partir da década de 1980 (DOMINGUES, 2001). No entanto, em 2001, a palma forrageira foi infestada pela praga Cochonilha do Carmim (*Dactylopius opuntiae*) no semiárido nordestino, principalmente nos estados de Pernambuco e Paraíba. Isso resultou na devastação de diversas áreas de palma gigante, a variedade mais difundida e suscetível ao ataque da praga (MENEZES et al, 2005). Como consequência, houve insegurança na oferta forrageira e o descarte de animais, além da redução na produção de leite, carne e derivados. Após o declínio da produção da palma foram criados diversos programas e projetos com o objetivo de promover o cultivo da palma forrageira e melhorar sua produtividade e qualidade (EMBRAPA, 2015).

Recentemente, o Instituto Nacional do Semiárido (INSA) desenvolveu um projeto de revitalização da cultura da palma forrageira através da divulgação, pesquisa e inovação utilizando variedades resistentes à Cochonilha do Carmim. O projeto contemplou a implantação de 26 campos de pesquisa com essas variedades, visando restabelecer áreas de cultivo da palma e melhorar a produtividade da cultura na região. Além disso, O INSA com parceiras de outras instituições vem desenvolvendo projetos de pesquisa relacionados à palma forrageira, como melhoramento de palma forrageira visando a resistência de pragas e doenças, nutrição de plantas com o objetivo de desenvolver a tabela de recomendação de adubação mineral desta cultura. Esta instituição promove a capacitação de produtores e técnicos da área, visando disseminar boas práticas e tecnologias para o cultivo da palma na região. Essas ações têm contribuído para que a palma forrageira se mantenha como uma cultura importante e viável para o semiárido brasileiro, proporcionando uma alternativa econômica e sustentável para os produtores rurais da região.

A palma pertence à divisão Embryophyta, subdivisão Angiospermea, classe Dicotyledoneae, subclasse Archiclamideae, ordem Opuntiales e família das Cactáceas (SCHEINVAR, 2001). Botanicamente, estas plantas apresentam cladódios achatados e suculentos, responsáveis pela fotossíntese e armazenamento de água; espinhos e gloquídeos cuja densidade varia entre espécies; flores vistosas em



tons de amarelo, laranja ou vermelho; e frutos do tipo baga, popularmente conhecidos como figo-da-índia (INGLESE et al., 2005; FEUGANG et al., 2006).

## 2 IMPORTÂNCIA ECONÔMICA

A palma é central para a sustentabilidade da pecuária do Semiárido brasileiro, principalmente em sistemas de base familiar, devido ao alto teor de água dos cladódios (cerca de 85–90%) e ao seu papel como volumoso succulento, capaz de reduzir a necessidade de oferta de água animais e de garantir alimento em períodos críticos (SILVA et al., 2025a). Ensaio nutricionais apontam que a inclusão de palma em dietas de ovinos, caprinos e bovinos, associada a volumosos fibrosos (fenos, silagens, pastagens nativas), melhora o consumo voluntário, a digestibilidade de dietas à base de volumosos de menor qualidade e o desempenho produtivo e reprodutivo, além de aumentar a eficiência no uso da água (TEGEGNE et al., 2007., ANDRADE-MONTEMAYOR et al., 2011., DUTRA et al., 2024, TORQUATO et al., 2025).

Do ponto de vista econômico, a palma atua como um verdadeiro “seguro forrageiro”, permitindo a manutenção de rebanhos durante secas prolongadas e evitando a venda forçada de animais em momentos de colapso de outros recursos forrageiros. Em anos de pluviosidade próxima à média, a cultura cumpre função complementar; em anos de estiagem severa, torna-se, em muitas propriedades, o único volumoso disponível em quantidade suficiente (OLIVEIRA et al., 2010).

No contexto da alimentação humana, tanto os frutos quanto os cladódios jovens das espécies *Opuntia* spp. e *Nopalea* spp. têm sido amplamente utilizados. O fruto, conhecido no Brasil como figo-da-índia, pode ser consumido in natura ou processado, apresentando sabor doce-acidulado, elevada succulência e composição nutricional rica em vitaminas e minerais. Sua polpa contém entre 84% e 90% de água, açúcares redutores (10%–17%), proteínas (0,2%–1,6%), lipídios (0,09%–0,7%), fibras (0,2%–3,1%), cinzas (0,3%–1,0%) e baixo valor calórico, cerca de 50 kcal/100 g. Compostos orgânicos como ácidos cítrico e málico também são presentes, contribuindo para o sabor característico e a estabilidade bioquímica do fruto (SAPATA et al., 2018).

A composição mineral é igualmente expressiva, com destaque para cálcio (13–59 mg/100 g), fósforo (15–33 mg/100 g), magnésio (16–98 mg/100 g), potássio (90–217 mg/100 g), ferro (0,4–1,5 mg/100 g) e sódio (0,6–1,1 mg/100 g). Vitaminas do complexo C variam entre 20 e 80 mg/100 g, enquanto a vitamina A, na forma de  $\beta$ -caroteno, atinge até 0,53 mg/100 g (GALDINO et al., 2016). O fruto também é reconhecido por seu rico perfil fitoquímico, contendo flavonoides (quercetina, isoramnetina), betalaínas e outros antioxidantes associados à redução do estresse oxidativo, à melhora da resposta imune e à regulação metabólica (ROJAS et al., 2018; SILVA et al., 2024).

O crescente interesse pelo figo-da-índia tem impulsionado estudos voltados à valorização socioeconômica e à expansão do seu mercado. No cenário internacional, o fruto é considerado exótico e de



alto potencial comercial, especialmente nos setores de alimentos funcionais e fitoterápicos (FEUGANG et al., 2006; BARBA et al., 2017). Entretanto, a vida útil pós-colheita é relativamente curta — normalmente entre três e quatro semanas o que limita sua comercialização in natura. Assim, o processamento agroindustrial torna-se fundamental para ampliar o aproveitamento, reduzir perdas e agregar valor, permitindo a produção de polpas, geleias, doces, vinagres, licores, corantes naturais e produtos de maior tempo de prateleira e menor custo logístico (MARTINS et al., 2023; APARICIO-ORTUÑO et al., 2024).

Além dos frutos, os cladódios jovens, conhecidos como brotos ou *nopalito*, têm ganhado destaque como hortaliça funcional. Esses brotos apresentam tamanho semelhante ao da palma da mão de um adulto, coloração verde brilhante, ausência de espinhos e textura macia, quebrando-se facilmente quando dobrados (GUEDES et al., 2004). Do ponto de vista nutricional, são altamente suculentos (aprox. 92% de água) e contêm carboidratos (4%–6%), proteínas (1%–2%) e minerais, com destaque para cálcio e magnésio. Também apresentam teores moderados de vitamina C (10–15 mg/100 g) e  $\beta$ -caroteno (LOPES, 2007).

Pesquisas recentes reforçam o potencial dos *nopalitos* como ingrediente para produtos panificados, massas, bebidas fermentadas, alimentos funcionais e formulações com propriedades antioxidantes e prebióticas, ampliando o uso da palma para além do consumo tradicional (OLOWOOKERE et al., 2024).

### 3 PRODUÇÃO NACIONAL E DISTRIBUIÇÃO REGIONAL

No ano de 2017, no Brasil foi considerado o país com a maior área de cultivada de palma forrageira do mundo, com mais de 500 mil hectares plantados, concentrados na região nordeste. Além disso, neste mesmo ano foram produzidas 3.581,5 mil toneladas em 127 mil estabelecimentos, sendo a Bahia o maior estado produtor, responsável por 42% dessa produção, seguida da Paraíba, com 21% e o Pernambuco com 13% da produção brasileira (IBGE, 2017). A Tabela 1 demonstra os dez maiores estados produtores de palma forrageira no Brasil.

Tabela 1. Os estados mais produtores de palma forrageira no Brasil em 2017

Posição	Estado	Produção (t)
1º	Bahia	1.500.359,23
2º	Paraíba	742.981,605
3º	Pernambuco	481.931,869
4º	Sergipe	431.467,919
5º	Alagoas	304.806,758
6º	Rio Grande do Norte	83.433,385
7º	Ceará	21.105,279
8º	Minas gerais	11.719,863
9º	Mato Grosso	416,00
10º	São Paulo	348,685
	Brasil	3.581.500,000

Fonte: IBGE (2017)

#### 4 ASPECTOS MORFOFISIOLÓGICOS E ECOFISIOLÓGICOS

As espécies do gênero *Opuntia* são cactáceas nativas de regiões áridas e semiáridas (BARBERA et al., 2001). Ao longo de sua evolução, desenvolveram um conjunto de características morfofisiológicas e ecofisiológicas altamente especializadas, permitindo elevada eficiência no uso da água e notável adaptação a ambientes de baixa umidade. Esses atributos explicam o amplo sucesso agroecológico da cultura, sobretudo em regiões do Semiárido onde a precipitação é irregular e frequentemente insuficiente.

Entre os principais mecanismos adaptativos destacam-se as estruturas anatômicas voltadas à conservação hídrica. A presença de cutículas espessas, baixa razão superfície/volume, grandes vacúolos, reduzida densidade estomática e câmaras subestomáticas minimiza a transpiração e mantém o turgor mesmo em condições extremas de seca. Os cladódios apresentam parênquima aquífero volumoso, tecido clorofiliano adaptado ao metabolismo CAM e células mucilaginosas — todas estruturas típicas de plantas xerófitas (AZEVEDO et al., 2013).

Os cladódios desempenham papel central na sobrevivência da planta, funcionando como grandes reservatórios internos, podendo conter até 90–95% de água (STINTZING; CARLE, 2005). A suculência, associada à mucilagem, contribui para manter processos metabólicos e garantir recuperação rápida após períodos prolongados de estiagem. Estruturas como cutícula espessa, parênquima aquífero e baixa densidade estomática reforçam esse potencial adaptativo (BOBICH; NOBEL, 2001; SILVA et al., 2010).

O sistema radicular, predominantemente superficial e altamente ramificado, é outro componente fundamental para a sobrevivência da palma no Semiárido. Raízes laterais carnosas desenvolvem-se a partir das raízes principais e são capazes de absorver água presente mesmo em baixos níveis de umidade, formando uma barreira natural que reduz a perda hídrica para o solo e previne danos radiculares. Em estresse severo, forma-se uma camada de cicatrização que protege o tecido vivo remanescente (BARBERA et al., 2001). Esse sistema permite que a planta aproveite rapidamente a água de chuvas leves e de curta duração, comuns em ambientes semiáridos (HILLS, 2001; NOBEL, 2002).

Essas adaptações explicam o desempenho produtivo da palma mesmo sob baixa pluviosidade. A cultura é capaz de produzir entre 20 e 30 t de matéria seca por hectare ao ano com apenas 200–300 mm de chuva, podendo ultrapassar 70 t/ha em condições mais favoráveis ou sob irrigação suplementar (LIRA et al., 2020; DUBEUX et al., 2015).

A eficiência ecofisiológica da palma forrageira decorre, sobretudo, do metabolismo fotossintético do tipo CAM. Nesse sistema, os estômatos se abrem predominantemente à noite, quando a temperatura é mais baixa e a umidade relativa é maior, possibilitando a captura de CO<sub>2</sub> com mínima perda de água. O CO<sub>2</sub> absorvido é convertido em ácidos orgânicos, como malato, e armazenado nos vacúolos. Durante o dia, com os estômatos fechados, ocorre a descarboxilação desses ácidos e o CO<sub>2</sub> liberado alimenta o ciclo de



Calvin, permitindo fotossíntese com máxima economia hídrica (NOBEL, 1995; LÜTTGE, 2004; TAIZ, ZEIGER, 2017).

Estudos recentes também indicam expressiva variabilidade entre genótipos de *Opuntia* e *Nopalea* quanto ao uso da água, regulação estomática, partição de energia e eficiência intrínseca no metabolismo CAM. Essas diferenças refletem distintas estratégias adaptativas e subsidiam recomendações mais precisas de materiais genéticos conforme o nível de severidade hídrica dos ambientes de cultivo (SOUZA et al., 2020; JARDIM et al., 2021).

## 5 EXIGÊNCIAS EDAFOCLIMÁTICAS E MANEJO

A palma forrageira apresenta melhor desempenho em condições de temperatura média entre 16 e 25 °C e precipitação anual entre 360 e 820 mm, embora seja capaz de sobreviver sob volumes de chuva inferiores, desde que haja manejo adequado do solo e conservação da umidade (ROCHA, 2012). A cultura tolera uma ampla gama de classes de solo, incluindo solos rasos e de baixa fertilidade, mas responde de forma marcante à melhoria das condições físicas, químicas e biológicas do solo.

Na literatura evidencia que a produtividade da palma forrageira é fortemente influenciada pelo manejo nutricional, com incrementos expressivos na produção de matéria seca, no número de cladódios por planta e na concentração de nutrientes nos tecidos quando se adota a adubação orgânica e mineral (PESSOA et al., 2022; COSTA et al., 2024a). Em condições de sequeiro no Semiárido, a adubação mineral assume papel determinante no desempenho produtivo da cultura, destacando-se o nitrogênio como o nutriente de maior impacto no acúmulo de matéria seca, enquanto o potássio atua de forma complementar ao crescimento vegetativo. Nesse contexto, a calagem apresenta efeito relevante ao melhorar as condições químicas do solo, favorecendo o aumento do número de cladódios e da produtividade de matéria verde, especialmente nos primeiros anos de cultivo, além de potencializar a eficiência da adubação nitrogenada e potássica a partir do segundo ano (COSTA et al., 2024a).

Práticas de conservação do solo, como subsolagem, escarificação, uso de cobertura morta e terraceamento em áreas declivosas, favorecem a infiltração de água, reduzem perdas por escoamento superficial e melhoram o armazenamento hídrico no perfil (SOUZA, 2022). A incorporação de matéria orgânica também estimula a atividade microbiológica, contribuindo para sistemas mais resilientes (PESSOA et al., 2022).

A irrigação suplementar, quando tecnicamente e economicamente viável, constitui importante ferramenta de intensificação sustentável. Sistemas de irrigação localizada, especialmente por gotejamento, associados à aplicação de água em horários de menor demanda evaporativa (como o período noturno), têm mostrado alta eficiência hídrica e ganhos expressivos em produtividade e estabilidade de oferta de forragem (SANTOS, 2017; ARAÚJO JÚNIOR et al., 2024).



O manejo do espaçamento e da densidade de plantio também é determinante: arranjos mais adensados favorecem maior produção de matéria seca por área, porém exigem maior atenção à adubação, à ventilação do dossel e ao controle de pragas e doenças (RAMOS et al., 2017; LIRA et al., 2022).

Sistemas consorciados com sorgo e gramíneas adaptadas têm apresentado maior estabilidade produtiva, melhor retorno econômico e menor risco frente às variações climáticas, ao combinar diferentes arquiteturas vegetais, profundidades de sistema radicular e padrões de uso de água e nutrientes (JARDIM et al., 2021; LIRA et al., 2022; SILVA et al., 2025b). Pesquisas desenvolvidas em campo indicam que, em sistemas com adubação e, quando possível, irrigação suplementar, a produtividade de matéria seca por hectare pode ser significativamente superior às médias regionais, evidenciando grande potencial de intensificação sustentável ainda não plenamente explorado (ARAÚJO JÚNIOR et al., 2024).

## 6 ESPÉCIES E CULTIVARES DE RELEVÂNCIA ECONÔMICA

A produção de palma forrageira no Semiárido brasileiro concentra-se em poucas espécies dos gêneros *Opuntia* e *Nopalea*, que se destacam pela elevada adaptação às condições áridas, boa produtividade e importância para a segurança forrageira. Essas espécies apresentam diferenças marcantes em morfologia, tolerância ao estresse hídrico e valor nutricional, influenciando sua escolha em diferentes sistemas de produção. A seguir, são apresentadas as principais espécies cultivadas no Nordeste brasileiro:

### 6.1 *OPUNTIA STRICTA* (ORELHA-DE-ELEFANTE MEXICANA)

Esta espécie é menos exigente em fertilidade do solo e mais resistente à seca quando comparada com as variedades Miúda, Baiana e Orelha de Elefante Africana. Apresenta plantas de porte médio, mal conformadas, com raquetes ovóides de cor verde-cinza e com bastante pelos, além de bordas recortada. As raquetes são, em sua maioria, de tamanho médio à grande (LOPES e VASCONCELOS, 2012), atingindo 47 cm de comprimento com 34 cm de largura. Um ano após o plantio, as plantas atingem um número médio de 15 raquetes, com peso variando entre 0,6 kg a 1,5 kg (SILVA et al., 2015; JARDIM et al., 2020;).

Em relação à palma gigante, essa variedade é mais rica em proteína bruta, gordura, matéria orgânica, fibra em detergente neutro e matéria seca (ALBUQUERQUE, 2012). O rendimento médio obtido em pesquisa realizada pelo Instituto Nacional do Semiárido-INSA em 26 municípios paraibanos chegou a 192 t/ha de massa verde (Município de Parari-PB), quando adubado com esterco e com densidade de 20 mil plantas/ha, para um plantio de 2 anos (INSA, 2023).

### 6.2 *NOPALEA COCHENILLIFERA* (PALMA MIÚDA OU DOCE)

A palma Miúda, também conhecida como palma Doce, possui porte pequeno e caule ramificado, destacando-se pelos seus elevados teores de matéria seca e carboidratos. Suas raquetes são pequenas, com





tamanho variando entre 18 cm x 9 cm e 25 cm x 10 cm de comprimento e largura, respectivamente, e peso médio de 350 g. Produz, em média, 40 raquetes por planta no primeiro ano de cultivo, sem uso de irrigação. Em Bonito de Santa Fé-PB, 2 anos após o plantio, sua produtividade chegou a 299,8 t/ha de massa verde, com densidade de 20 mil plantas/ha. Esta variedade apresenta menor resistência à seca e é mais exigente em fertilidade do solo, sendo mais indicada para regiões de climas amenos. Nestas condições pode superar em produtividade a palma Baiana e a Orelha de Elefante Mexicana (INSA, 2023). Apresenta, contudo, menor tolerância a estiagens muito prolongadas, o que demanda manejo mais criterioso.

### 6.3 *OPUNTIA UNDULATA* (ORELHA DE ELEFANTE AFRICANA)

Esta variedade apresenta plantas de porte médio, mal conformadas, com raquetes ovóides de cor verde brilhante. Além disso, possui epiderme e cutícula espessas, que proporcionam uma barreira anatômica, conferindo maior resistência ao ataque de insetos. As raquetes são grandes, atingindo até 47 cm de comprimento com 41 cm de largura. Em condições experimentais e dois anos após o plantio, em Campina Grande/PB, produz aproximadamente 9 cladódios por planta e a produtividade chegou a 248 t de massa fresca/ha, com densidade de 12,5 mil plantas/ha e adubação orgânica com esterco bovino (40 t/ha/ano). Um aspecto interessante da Orelha de Elefante Africana é seu potencial frutífero, produzindo frutos doces e de coloração roxa, os quais podem alcançar mais de 100 g de massa fresca (INSA, 2023). Esse potencial amplia o uso da espécie para além da alimentação humana, inserindo-a também em cadeias produtivas voltadas à alimentação humana e à geração de valor agregado.

Do ponto de vista genético, *O. undulata* tem sido considerada material estratégico para programas de melhoramento, devido à sua rusticidade, estabilidade morfofisiológica e elevada resiliência. Estudos recentes apontam sua utilidade como parental em cruzamentos interespecíficos, visando a obtenção de híbridos com maior resistência à seca, maior teor de sólidos nos cladódios, tolerância a pragas (especialmente cochonilhas) e melhor desempenho tanto forrageiro quanto frutífero. Dessa forma, a espécie desponta como candidata promissora para diversificação de plantios, enriquecimento de bancos de germoplasma e ampliação das possibilidades produtivas da palma no Semiárido brasileiro (BATISTA et al., 2022; SOARES et al., 2024; FAO, 2022).

### 6.4 *NOPALEA COCHENILLIFERA* (BAIANA)

A Baiana também denominada Mão-de-Moça ou Ipa Sertânea apresenta plantas de porte médio, arquitetura bem conformada e elevada uniformidade estrutural, características desejáveis para sistemas de plantio adensado e para produção de forragem de alta qualidade (SILVA et al., 2015; JARDIM et al., 2020). Os cladódios possuem formato ovóide, coloração verde-claro, superfície lisa, ausência de tricomas e boa consistência estrutural. Suas dimensões variam entre 26 × 13 cm e 37 × 14 cm (comprimento × largura),



valores compatíveis com o padrão morfológico de variedades produtivas dentro da espécie *Nopalea cochenillifera* (INSA, 2023).

A produtividade é um dos principais destaques dessa cultivar. No primeiro ano após o plantio, a Palma Baiana pode produzir aproximadamente 15 cladódios por planta, com peso individual variando entre 0,5 kg e 1,5 kg. Essa elevada produção inicial demonstra a capacidade de rápido estabelecimento e vigor vegetativo da cultivar, mesmo em condições de sequeiro. Em experimentos realizados no município de Bonito de Santa Fé–PB, utilizando-se um sistema de fileiras duplas com espaçamento 1,5 m × 0,5 m × 0,5 m (20.000 plantas/ha), registrou-se rendimento médio bianual de 351 t/ha de massa verde quando se aplicou 1 kg de esterco bovino por planta. Esse desempenho está entre os mais elevados reportados para cultivares de *Nopalea*, reforçando a forte resposta dessa variedade ao manejo intensivo e à adubação orgânica (LIRA et al., 2021; SILVA et al., 2025c).

Além do excelente desempenho produtivo, a Palma Baiana é amplamente reconhecida por sua alta palatabilidade, teor expressivo de matéria seca digestível e bom equilíbrio entre carboidratos e minerais, sendo muito apreciada em sistemas de alimentação de bovinos, caprinos e ovinos (SOUZA et al., 2020). Sua boa capacidade de rebrota, aliada à elevada eficiência no uso da água, característica típica de plantas com metabolismo fotossintético CAM, reforça seu papel estratégico na segurança forrageira de regiões semiáridas.

A cultivar apresenta ainda excelente adaptabilidade às condições edafoclimáticas do Nordeste brasileiro, mantendo desempenho estável quando submetida a práticas como adubação orgânica, plantio adensado, manejo adequado de plantas invasoras e utilização de fileiras duplas (LIRA et al., 2022; SILVA et al., 2025c). Devido à combinação entre alto potencial de produção de biomassa, rusticidade moderada, aceitabilidade pelos animais e elevada eficiência fisiológica, a Palma Baiana figura entre as cultivares mais recomendadas para sistemas sustentáveis de produção animal no Semiárido brasileiro.

Nesta tabela reúne as características mais relevantes das cultivares, facilitando análises técnicas e apoiando decisões de manejo, recomendação e uso estratégico da cultura no Semiárido (Tabela 2).

Tabela 2. Quadro Comparativo das principais cultivares de Palma

Critério	<i>Opuntia stricta</i> (OEM)	<i>Nopalea cochenillifera</i> (Miúda)	<i>Opuntia undulata</i>	<i>Nopalea cochenillifera</i> (Baiana)
Porte e arquitetura	Porte médio, mal conformada	Porte pequeno, muito ramificada	Porte médio, cladódios grandes	Porte médio, bem conformada
Cladódios	Ovóides, 47×34 cm	Pequenos, 18–25 cm	Muito grandes, até 47×41 cm	Ovóides, 26–37 cm
Nº de cladódios	≈15/ano	≈40/ano	9/ano	≈15/ano
Peso dos cladódios	0,6–1,5 kg	≈350 g	1–2 kg	0,5–1,5 kg
Produtividade	192 t/ha (2 anos)	299,8 t/ha (2 anos)	248 t/ha (2 anos)	351 t/ha (2 anos)



## 7 AVANÇOS CIENTÍFICOS RECENTES

Nas últimas décadas, a palma a (*Opuntia* e *Nopalea*) tem sido objeto de intensificação das pesquisas científicas, impulsionada pela crescente necessidade de sistemas produtivos resilientes frente às mudanças climáticas, à irregularidade pluviométrica e à ampliação das demandas por segurança forrageira, alimentar e ambiental no Semiárido. Os avanços recentes refletem uma mudança significativa na abordagem científica da cultura, que passou de um manejo predominantemente empírico para uma perspectiva integrada, fundamentada em bases genéticas, ecofisiológicas, agronômicas.

### 7.1 MELHORAMENTO GENÉTICO DA PALMA FORRAGEIRA

O melhoramento genético da palma tem assumido papel estratégico no contexto do Semiárido brasileiro, especialmente diante da intensificação das mudanças climáticas, da recorrência de secas severas e da crescente demanda por sistemas produtivos mais resilientes. Embora a cultura apresente ampla adaptação edafoclimática e elevada eficiência no uso da água, associada ao metabolismo fotossintético do tipo CAM, a base genética das cultivares tradicionalmente utilizadas no país ainda é relativamente restrita, o que limita avanços mais expressivos em produtividade, resistência a pragas e diversificação de usos (ALMEIDA et al 2022; BATISTA et al., 2022).

Nesse cenário, programas de melhoramento conduzidos por instituições de pesquisa, com destaque para o Instituto Nacional do Semiárido (INSA/MCTI), têm concentrado esforços na caracterização, conservação e uso da variabilidade genética disponível em bancos ativos de germoplasma. Estudos recentes evidenciam ampla divergência genética entre acessos de *Opuntia* e *Nopalea*, identificada por meio de descritores morfoagronômicos e pela aplicação de análises estatísticas multivariadas, como a distância generalizada de Mahalanobis, o método de Tocher, as variáveis canônicas e o critério de Singh. Essas abordagens têm possibilitado a formação de grupos geneticamente distintos e a seleção de genótipos superiores para diferentes finalidades produtivas (JESUS et al., 2023; BEZERRA et al., 2022; PESSOA et al., 2025).

Além da caracterização fenotípica, aspectos reprodutivos passaram a ocupar posição central nos programas de melhoramento da palma. Pesquisas recentes demonstram que *Nopalea cochenillifera* apresenta elevada viabilidade polínica, adequada receptividade estigmática e capacidade de reprodução tanto por autofecundação quanto por fecundação cruzada, condições fundamentais para o sucesso de cruzamentos controlados e para a ampliação da recombinação genética (COSTA et al., 2024). Esses resultados reforçam o potencial da reprodução sexual como ferramenta estratégica no melhoramento da cultura, historicamente propagada de forma vegetativa.

Outro eixo relevante das pesquisas refere-se ao desenvolvimento de cultivares resistentes à cochonilha-do-carmim (*Dactylopius opuntiae*), principal praga da palma forrageira no Nordeste brasileiro.

A identificação e validação de acessos resistentes ou tolerantes, associadas à avaliação do desempenho produtivo e de características anatômicas, permitiram a recomendação de cultivares como Orelha-de-Elefante Mexicana, Miúda e IPA Sertânia, amplamente utilizadas na reestruturação dos plantios após os surtos da praga (VASCONCELOS et al., 2009; GALDINO et al., 2016; REGO et al., 2022; BATISTA et al., 2022).

Os avanços decorrentes da integração entre diversidade genética, biologia reprodutiva, análises multivariadas e avaliações agronômicas têm possibilitado a geração de populações segregantes, como progênies S<sub>1</sub> e S<sub>2</sub>, ampliando a base genética disponível e fortalecendo estratégias de seleção (PESSOA et al., 2025). Nesse contexto, o Instituto Nacional do Semiárido (INSA/MCTI), em parceria com instituições como SUDENE, UFPB, SEDAP, EMPARN e EMBRAPA, EMPAER tem desempenhado papel central no programa de melhoramento da Palma.

## 7.2 PALMA NA ALIMENTAÇÃO HUMANA

Nas últimas décadas, pesquisas científicas têm ampliado significativamente o conhecimento sobre o potencial da palma forrageira (*Opuntia* spp. e *Nopalea* spp.) como alimento para consumo humano, destacando seu valor nutricional, funcional e tecnológico. Estudos recentes mostram que cladódios e frutos apresentam altos teores de fibras solúveis e insolúveis, vitaminas, minerais, compostos antioxidantes e mucilagem, o que confere propriedades benéficas à saúde, incluindo melhora do trânsito intestinal, redução da glicemia e ação anti-inflamatória (FEUGANG et al., 2019; OLIVEIRA et al., 2022).

Outro avanço expressivo está na utilização da palma como ingrediente funcional em produtos derivados. Pesquisas vêm demonstrando sua aplicação em pães, massas, biscoitos, geleias, molhos, sucos, compotas e produtos desidratados, agregando valor aos alimentos devido ao aumento de fibras e compostos bioativos. Estudos mostram que a incorporação de farinha de cladódios melhora a textura, a retenção de umidade, o teor de fibras e o potencial antioxidante dos produtos, ampliando sua aceitação sensorial (RAMOS-HERNÁNDEZ et al., 2021; SANTOS et al., 2023).

Além disso, a palma pode ser utilizada como alimento estratégico em políticas de segurança alimentar e nutricional, sobretudo em regiões semiáridas. Sua alta produtividade mesmo em condições de seca extrema, aliada ao baixo custo de cultivo e elevado valor nutritivo, posiciona a espécie como alternativa promissora para diversificar a dieta humana e mitigar impactos das mudanças climáticas (ARBA, 2020; NEUPANE et al., 2024).

De modo geral, os avanços científicos recentes comprovam que a palma forrageira é uma PANC de alto potencial alimentar, com aplicações crescentes na gastronomia, na indústria de alimentos. A expansão de pesquisas tem fortalecido seu reconhecimento como ingrediente sustentável, funcional e culturalmente relevante (SANTOS et al., 2023; OLIVEIRA et al., 2025; MORAGA-BABIANO., et al 2025).



## 8 CONCLUSÃO

A palma se configura, no contexto do Semiárido brasileiro, como uma cultura estratégica para a resiliência agropecuária, contribuindo de maneira decisiva para a segurança hídrica e forrageira dos rebanhos, para a estabilidade produtiva e para a sustentabilidade econômica de milhares de propriedades rurais. Sua capacidade de crescer em solos de baixa fertilidade, suportar longos períodos de seca e produzir biomassa de elevado valor nutritivo a coloca no centro das estratégias de convivência com o Semiárido

Nesse cenário, o papel de instituições como INSA, Embrapa, universidades e órgãos estaduais de pesquisa e extensão é fundamental, tanto na geração e validação de tecnologias quanto na formação de redes de produtores e técnicos capacitados para manejar a cultura de forma planejada, eficiente e ambientalmente responsável. Ampliar o cultivo de palma, diversificar o uso de seus produtos, consolidar cadeias produtivas associadas à cultura e fortalecer políticas públicas de apoio à agricultura familiar e à pecuária de base hídrica são caminhos promissores para o desenvolvimento sustentável do Semiárido e para a melhoria da qualidade de vida das populações que nele vivem.



## REFERÊNCIAS

- ALBUQUERQUE, A. G. O sistema São Benedito como proposta de produção agroecológica no Semiárido brasileiro. 2012. 54 f. Monografia (Graduação em Agronomia) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2012.
- ALMEIDA, I. V. B. et al. Genetic improvement of *Opuntia* spp. for forage production in the Brazilian semi-arid region. In: INTERNATIONAL CONGRESS ON CACTUS PEAR AND COCHINEAL, 10., 2022. Anais... (X International Congress on Cactus Pear and Cochineal: Cactus – the New Green Revolution in Drylands). v. 1343, p. 31–38.
- ANDRADE-MONTEMAYOR, H. M.; CORDOVA-TORRES, A. V.; GARCÍA-GASCA, T.; KAWAS, J. R. Alternative foods for small ruminants in semiarid zones: the case of mesquite (*Prosopis laevigata* spp.) and nopal (*Opuntia* spp.). *Small Ruminant Research*, v. 98, n. 1–3, p. 83–92, 2011.
- APARICIO-ORTUÑO, R. et al. Cladodes of *Opuntia ficus-indica* as a functional ingredient in the production of cookies: physical, antioxidant and sensory properties. *Sustainable Food Technology*, v. 2, n. 3, p. 816–825, 2024.
- ARAÚJO, J. S. et al. Cultivation of cactus pear forage propagated through the method of fractionation of cladode. *African Journal of Agricultural Research*, v. 14, p. 801–805, 2019.
- ARAÚJO JÚNIOR, G. N. et al. Growth dynamics and water-use efficiency of forage cactus under supplemental irrigation. *Journal of Arid Environments*, 2024.
- AZEVEDO, D. M. M. R. et al. Características estruturais de cladódios de cactáceas relacionadas à adaptação ao ambiente semiárido. *Revista Caatinga*, v. 26, n. 2, p. 56–65, 2013.
- BARBA, F. J. et al. Bioaccessibility of bioactive compounds from fruits and vegetables after thermal and non-thermal processing. *Trends in Food Science & Technology*, v. 67, p. 195–206, 2017.
- BARBERA, G.; INGLESE, P.; PIMIENTA-BARRIOS, E. Agroecologia, cultivo e usos da palma forrageira. Roma: FAO; SEBRAE, 2001.
- BARBOSA, R. S. et al. Doenças da palma forrageira. In: LOPES, E. B. (Org.). *Palma forrageira: cultivo, uso atual e perspectivas de utilização no semiárido nordestino*. João Pessoa: EMEPA/FAEPA, 2012. p. 81–98.
- BATISTA, M. C. Production and selection of accessions of *Opuntia* spp. with resistance to false carmine cochineal. *Comunicata Scientiae*, v. 13, e3869, 2022.
- BEZERRA, J. D. et al. Genetic diversity and relationships among *Nopalea* sp. and *Opuntia* spp. accessions revealed by RAPD, ISSR and ITS molecular markers. *Molecular Biology Reports*, v. 49, n. 7, p. 6207–6213, 2022.
- BOBICH, E. G.; NOBEL, P. S. Biomechanics and anatomy of cladode junctions for two *Opuntia* (Cactaceae) species and their hybrid. *American Journal of Botany*, v. 88, n. 3, p. 391–400, 2001.
- BRITTON, W.; ROSE, J. N. *The Cactaceae: descriptions and illustrations of plants of the cactus family*. Washington: Carnegie Institution of Washington, 1919. 227 f.



CORIA-CAYUPÁN, Y. S.; OCHOA, M. J.; NAZARENO, M. A. Health-promoting substances and antioxidant properties of *Opuntia* sp. fruits: changes in bioactive-compound contents during ripening process. *Food Chemistry*, v. 126, n. 2, p. 514–519, 2011. DOI: 10.1016/j.foodchem.2010.11.033.

COSTA, M. P. S. D. et al. Pollen viability, stigma receptivity and reproduction mode of spineless cactus (*Nopalea cochenillifera* Salm-Dyck) accessions. *Contribuciones a las Ciencias Sociales*, v. 17, n. 8, p. 1–17, 2024. DOI: 10.55905/revconv.17n.8-463.

COSTA, D. B. et al. Resposta da palma forrageira à adubação nitrogenada e potássica sob calagem. *Observatório da Economia Latinoamericana*, v. 22, n. 12, e8485, 2024.

DOMINGUES, O. Origem e introdução da palma forrageira no Nordeste. Recife; Instituto Joaquim Nabuco de Pesquisas Sociais. 1963. 76p

DUBEUX, J. C. B. Jr. et al. Productivity of cactus pear under different management strategies in semiarid regions. *Journal of Arid Environments*, v. 122, p. 1–10, 2015.

DUTRA, I. C. et al. Cacto forrageiro (*Opuntia ficus-indica* (L.) Mill.) (Cactaceae) como alternativa para alimentação de ruminantes. *Revista Brasileira de Ciência*, v. 3, n. 9, p. 33–41, 2024.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). Palma forrageira: cultivo, manejo e uso na alimentação animal. Petrolina: Embrapa Semiárido, 2015.

FAO – FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. Cactus: a strategic crop for drylands. Rome: FAO, 2022.

FAO – FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION. Cactus pear: agro-ecology, cultivation and uses. Rome: FAO, 2001.

FEUGANG, J. M. et al. Nutritional and medicinal use of cactus pear (*Opuntia* spp.) cladodes and fruits. *Frontiers in Bioscience*, v. 11, n. 1, p. 2574–2589, 2006.

GALDINO, P. O. et al. Stability of cactus-pear powder during storage. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 20, n. 2, p. 169–173, 2016.

GUEDES, C. C. et al. Broto de palma: sabor e nutrição. Recife: SEBRAE-PE; FAEPE, 2004. 48 p.

HILLS, S. F. Anatomy and morphology. In: BARBERA, G.; INGLESE, P.; PIMIENTA-BARRIOS, E. Agro-ecology, cultivation and uses of cactus pear. Rome: FAO, 2001. p. 28–35. (FAO Plant Production and Protection Paper, 132).

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Produção agrícola municipal. Brasília: IBGE, 2017.

INGLESE, P. et al. Ecologia, cultivo e usos da pera espinhosa. Roma: FAO, 2017.

INGLESE, P.; BARBERA, G.; LA MANTIA, T. Research strategies for improving fruit quality and production of cactus pear (*Opuntia ficus-indica*). *Journal of Arid Environments*, v. 29, n. 4, p. 455–468, 1995.





INSTITUTO NACIONAL DO SEMIÁRIDO. Palma forrageira: plantio e manejo. ARAÚJO, J. S. et al. (Org.). Campina Grande: INSA, 2023.

JARDIM, A. M. R. F. et al. Gas exchange and photosynthetic efficiency in forage cactus genotypes under drought stress. *South African Journal of Botany*, v. 137, p. 146–154, 2021.

JARDIM, A. M. R. F. et al. Multivariate analysis in the morpho-yield evaluation of forage cactus intercropped with sorghum. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 24, p. 756–761, 2020.

JARDIM, A. M. R. F. et al. Intercropping forage cactus and sorghum in a semi-arid environment improves biological efficiency and competitive ability through interspecific complementarity. *Journal of Arid Environments*, v. 188, p. 1–11, 2021.

JESUS, M. S.; PASSOS, A. R.; DINIZ, R. P. Índices de seleção e principais componentes para características agrônomicas e bromatológicas em palma forrageira. *Revista Caatinga*, v. 36, p. 189–198, 2023.

LIRA, E. C. et al. Intercropping forage cactus genotypes with wood species in a semi-arid environment. *Agronomy Journal*, 2022.

LIRA, E. C. et al. Produtividade de culturas anuais em sistema de consórcio com a palma forrageira resistente à cochonilha-do-carmim. *Holos*, v. 2, p. 1–12, 2021.

LIRA, G. F. C. et al. Caminho para expansão e desenvolvimento da palma forrageira no Rio Grande do Norte. Parnamirim: EMPARN, 2019.

LIRA, M. A. et al. Nutritional and productive performance of forage cactus under different climatic conditions. *Revista Caatinga*, v. 33, n. 1, p. 1–10, 2020.

LOPES, E. B.; SANTOS, D. C.; VASCONCELOS, M. F. Cultivo da palma forrageira. In: LOPES, E. B. (Ed.). *Palma forrageira: cultivo, uso atual e perspectivas de utilização no semiárido nordestino*. João Pessoa: EMEPA/FAEPA, 2007. p. 11–33.

LOPES, E. B.; VASCONCELOS, M. F. Zoneamento agrícola de risco climático para a cultura da palma forrageira no estado da Paraíba. In: LOPES, E. B. (Org.). *Palma forrageira: cultivo, uso atual e perspectivas de utilização no semiárido nordestino*. João Pessoa: EMEPA-PB, 2012. p. 169–202.

LOPES, E. B. (Ed.). *Palma forrageira: cultivo, uso atual e perspectivas de utilização no semiárido nordestino*. João Pessoa: EMEPA; FAEPA, 2007. 130 p.

LÜTTGE, U. Ecophysiology of Crassulacean Acid Metabolism (CAM). *Annals of Botany*, v. 93, p. 629–652, 2004.

MARQUES, O. F. C. et al. Palma forrageira: cultivo e utilização na alimentação de bovinos. *Caderno de Ciências Agrárias*, v. 9, n. 1, p. 75–93, 2017.

MARTINS, M.; RIBEIRO, M. H.; ALMEIDA, C. M. Physicochemical, nutritional, and medicinal properties of *Nopalea ficus-indica* (L.) Mill. and its main agro-industrial use: a review. *Plants*, v. 12, n. 7, p. 1512, 2023.



MENEZES, R. S. C. A palma no Nordeste do Brasil: conhecimento atual e novas perspectivas de uso. Ed. Universitária da UFPE, 2005.

MORAGA-BABIANO, L. et al. A comprehensive review of the nutritional, functional, and technological potential of prickly pear (*Opuntia ficus-indica*) in food processing. QASCF Journal, 2025.

NASCIMENTO, G. R. et al. Soil and planting management for cactus pear in semiarid Brazil. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, 2023.

NOBEL, P. S. Physicochemical and environmental plant physiology. 3. ed. San Diego: Academic Press, 2002.

NOBEL, P. S. Remarkable agaves and cacti. New York: Oxford University Press, 1995.

NOBEL, P. S. Cacti: biology and uses. Berkeley: University of California Press, 2002. 280 p.

NOBEL, P. S.; CORTÁZAR, V. G. Growth and predicted productivity of *Opuntia ficus-indica* for current and elevated carbon dioxide. Agronomy Journal, v. 83, n. 1, p. 224–230, 1991.

OLIVEIRA, F. T. et al. Palma forrageira: adaptação e importância para os ecossistemas áridos e semiáridos. Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável, v. 5, p. 27–37, 2010.

OLIVEIRA, L. F. et al. Chemical and nutritional characterization of *Opuntia ficus-indica* fruits. Food Chemistry, 2022.

OLIVEIRA, M. D. et al. Consumer perception of the use of forage cactus in human nutrition: physicochemical and sensory analysis. Contribuciones a las Ciencias Sociales, v. 18, n. 7, p. 1–19, 2025.

OLOWOOKERE, D. A.; MALOMO, A. Potencial antidiabético de biscoitos feitos com misturas de farinhas compostas de trigo, batata-doce e inhame africano (*Sphenostylis stenocarpa*). Asian Food Science Journal, v. 23, n. 4, p. 31–43, 2024.

PESSOA, L. M. et al. Organic and mineral fertilization in cactus pear. Archives of Agronomy and Soil Science, 2022.

PESSOA, R. M. D. S. et al. Diversidade genética inter e intraespecífica e seleção de genitores em *Opuntia* spp. Genetic Resources and Crop Evolution, v. 72, n. 7, p. 7993–8008, 2025.

RAMOS, J. P. F. et al. Crescimento e produtividade de *Nopalea cochenillifera* em função de diferentes densidades de plantio em cultivo com e sem capina. Revista Electrónica de Veterinária, v. 18, n. 8, p. 1–12, 2017.

ROCHA, J. E. S. Palma forrageira no Nordeste do Brasil: o estado da arte. 2012.

ROCHA, R. R. et al. Advances in cactus pear research and global applications. Scientia Horticulturae, 2023.

ROJAS, M. G. et al. Características morfológicas e físico-químicas de frutos de *Xoconostle* cultivados e silvestres em Hidalgo. Sociedades Rurais, Produção e Meio Ambiente, n. 35, p. 18–42, 2018.



RÊGO, M. et al. Genetic characterization of *Opuntia* spp. accessions with contrasting resistance to *Dactylopius opuntiae* insect pest by ISSR, ITS and RAPD markers. In: INTERNATIONAL CONGRESS ON CACTUS PEAR AND COCHINEAL, 10., 2022. Anais...

SANTIAGO, E.; JUÁNIZ, I.; CID, C.; PEÑA, M. P. Extraction of phenolic compounds of cactus cladodes. *Food Analytical Methods*, 2021.

SANTOS, M. F. R. et al. Prospecção da palma forrageira para alimentação humana. *Revista Casa de Makunaíma*, v. 5, n. 2, 2023.

SANTOS, M. R. et al. Irrigação na palma forrageira. *Informe Agropecuário*, v. 38, n. 296, p. 76–90, 2017.

SANTOS, R. T. et al. Diseases in cactus pear cultivation in Northeastern Brazil. *Tropical Plant Pathology*, 2023.

SAPATA, M.; FERREIRA, A.; OLIVEIRA, M. Cladódios de figueira-da-índia para a indústria alimentar. *Vida Rural*, p. 30–33, 2018.

SARMENTO, W. G. C. et al. Crescimento e produtividade da palma Orelha-de-elefante Mexicana sob diferentes lâminas de irrigação. In: SEMANA DE ZOOTECNIA DA UFRPE, 2019. Anais...

SCHEINVAR, L. Taxonomia das *Opuntias* utilizadas. In: BARBERA, G.; INGLESE, P.; PIMIENTA-BARRIOS, E. *Agroecologia, cultivo e usos da palma forrageira*. Roma: FAO; SEBRAE, 2001. cap. 3, p. 20–27.

SILVA, C. C. F.; SANTOS, L. C. Palma forrageira *Opuntia ficus-indica* como alternativa na alimentação de ruminantes. *Revista Electrónica de Veterinária*, v. 8, n. 5, p. 1–11, 2007.

SILVA, P. S. et al. Human health benefits of *Opuntia* consumption. *Journal of Functional Foods*, 2024.

SILVA, E. C. et al. Consumo e digestibilidade de nutrientes em ovinos alimentados com dietas com gérmen de milho e palma forrageira Miúda (*Nopalea cochenillifera*). *Revista Ciência Agrária*, v. 4, n. 2, p. 19–36, 2025a.

SILVA, L. M. et al. Advances in cactus pear management and sustainability. *Agronomy Research*, 2025b.

SILVA, P. S. F. et al. Características morfológicas, produtivas e de suscetibilidade a pragas de clones de palma forrageira no Semiárido do Brasil. *Grassland Ecology and Management*, v. 103, p. 329–340, 2025c.

SILVA, M. G. S. et al. Anatomy of different forage cacti with contrasting insect resistance. *Journal of Arid Environments*, v. 74, p. 718–722, 2010.

SILVA, P. F.; MATOS, R. M.; BORGES, V. E.; DANTAS JUNIOR, G. J.; DANTAS NETO, J. Crescimento e produção de palma forrageira sob fertilização mineral. *Journal of Agronomic Sciences*, v. 4, n. 2, p. 96–115, 2015.

SNYMAN, H. A. Root distribution of cactus pears. *Journal of the Professional Association for Cactus Development*, v. 8, p. 1–10, 2006.

SOARES, V. H. et al. Selection of *Opuntia* progenies for resistance to cochineal. *Bragantia*, 2024.



SOUSA, A. R. et al. Informações técnicas sobre manejo e conservação de solos. In: O desenvolvimento rural sustentável e a agropecuária em Pernambuco. 2022.

SOUZA, A. A. et al. Ecofisiologia comparativa de genótipos de palma forrageira. *Journal of Arid Environments*, v. 167, p. 45–52, 2019.

SOUZA, J. T. A. et al. Gas exchange and water-use efficiency in *Nopalea cochenillifera* under edaphic practices. *Comunicata Scientiae*, v. 11, p. 1–8, 2020.

STINTZING, F. C.; CARLE, R. Cactus stems (*Opuntia* spp.): a review on their chemistry, technology, and uses. *Molecular Nutrition & Food Research*, v. 49, n. 2, p. 2005

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MOLLER, I. M.; MURPHY, A. *Fisiologia e desenvolvimento vegetal*. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2017.

TAVARES, N. L. et al. Corante alimentício natural do figo da índia (*Opuntia ficus-indica* L.): extração e caracterização. *Revista Semiárido de Visu*, v. 12, n. 3, p. 1265–1277, 2024.

TEGEGNE, F.; KIJORA, C.; PETERS, K. Study on the optimal level of cactus pear (*Opuntia ficus-indica*) supplementation to sheep and its contribution as source of water. *Small Ruminant Research*, v. 72, n. 2–3, p. 157–164, 2007.

TORQUATO, I. A. et al. Spineless cactus (*Opuntia stricta* and *Nopalea cochenillifera*) with added sugar cane (*Saccharum officinarum*) bagasse silage as bovine feed in the Brazilian semi-arid region. *Ruminants*, v. 5, n. 3, p. 37, 2025.

VASCONCELOS, A. G. V. et al. Seleção de clones de palma forrageira resistentes à cochonilha-do-carmim. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 38, p. 827–831, 2009.

ZAPPI, D.; AONA, L. Y. S.; TAYLOR, N. Cactaceae. In: MELHEM, T. S. et al. (Ed.). *Flora fanerogâmica do estado de São Paulo*. São Paulo: Instituto de Botânica, 2007. v. 5, p. 163–194.