



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

MONOGRAFIA

Armazenamento pós-colheita da palma forrageira afeta o índice de apodrecimento e a composição química dos cladódios?

Thamyres Priscylla Silva de Oliveira Felix

Recife - PE
Setembro/2024



Thamyres Priscylla Silva de Oliveira Felix

Armazenamento pós-colheita da palma forrageira afeta o índice de apodrecimento e a composição química dos cladódios?

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Zootecnia da Universidade Federal de Rural de Pernambuco, como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharelado em Zootecnia.

Orientadora: Profa. Dra. Mércia Virginia Ferreira dos Santos

Coorientadora: Me. Natália Viana da Silva

Recife - PE
Setembro/2024

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Sistema Integrado de Bibliotecas da UFRPE
Bibliotecário(a): Suely Manzi – CRB-4 809

F316a Felix, Thamyres Priscylla Silva de Oliveira.

Armazenamento pós-colheita da palma forrageira afeta o índice de apodrecimento e a composição química dos cladódios? / Thamyres Priscylla Silva de Oliveira Felix. – Recife, 2024.

39 f.; il.

Orientador(a): Mércia Virginia Ferreira dos Santos.

Co-orientador(a): Natália Viana da Silva.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação)–
Universidade Federal Rural de Pernambuco,
Bacharelado em Zootecnia, Recife, BR-PE, 2024.

Inclui referências, apêndice (s) e anexo (s)

1. Plantas forrageiras. 2. Armazenamento. 3.
Forragicultura . I. Santos, Mércia Virginia Ferreira
dos, orient. II. Silva, Natália Vianada, coorient. III. Título

CDD 636

THAMYRES PRISCYLLA SILVA DE OLIVEIRA FELIX

Armazenamento pós-colheita da palma forrageira afeta o índice de apodrecimento e a composição química dos cladódios?

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Zootecnia da Universidade Federal de Rural de Pernambuco, como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharelado em Zootecnia.

Aprovado em: 18/09/2024

EXAMINADORES

Profa. Dra. Mércia Virginia Ferreira dos Santos
Universidade Federal Rural de Pernambuco

Prof. Dr. Márcio Vieira da Cunha
Universidade Federal Rural de Pernambuco

Dra. Kelly Cristina dos Santos
Universidade Federal Rural de Pernambuco

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus, por tudo que ele faz e vêm fazendo na minha vida.

Agradeço a José Ivanildo da Silva (*in memoriam*), que foi meu maior orientador. Guardo todos seus ensinamentos, risadas, beijos e abraços. Nós conseguimos vovô, cada conquista e dedicada ao seu amor e apoio, em cada detalhe.

A minha mamãe (Hyllka Gorett Borba de Paiva) e meu padrasto (Cláudio Borba de Paiva), por sempre acreditarem em mim e nunca duvidarem do meu potencial, vocês deram asas aos meus sonhos, obrigado por nunca poupar esforços para me ajudar a concluir meus objetivos.

A minha vovó materna Maria Jose Borba da Silva, meu porto seguro que sempre me apoiou, você me fez enxergar um mundo de possibilidades, eu te amo.

Ao meu querido irmão Pedro Ghabriel, meu melhor amigo e confidente, obrigada por ser esta luz na minha vida.

A minha tia e madrinha (Iris Suzy), agradeço ao incentivo dado em todas as fases da minha vida.

As minhas amigas Maria Eduarda, Flavia Valeria, Gleyce Kelly e Natalia Pereira que viveram esta jornada comigo dentro e fora da faculdade. Vocês foram as melhores coisas que eu levo daqui, sou muito grata de ter conhecido vocês.

Agradeço a Gabriel Batista que sempre me impulsionou e torceu pelo meu sucesso mesmo quando pensava em desistir, obrigada a todo apoio e carinho.

Minha querida turma que foi comigo aos trancos e barrancos, se apoiando em provas, trabalhos, conselhos e brincadeiras. Foi incrível ser colega de turma de vocês, sempre irei lembrar dos momentos de pura nostalgia, seja rindo ou passando estresse juntos, agradeço ao eterno “Zoogates”, um grupo seleteo com pessoas fantásticas.

A minha orientadora Profa. Mércia Santos, que durante esses anos, me ajudou a construir todos os degraus para que conseguisse estar concluindo este trabalho. A senhora é uma pessoa incrível na minha vida e a melhor professora de forragicultura que já tive. Agradeço todos os puxões de orelha, as mensagens preocupadas quando algo acontecia e as histórias compartilhadas.

Aos meus professores que me ajudaram a construir minha jornada durante a graduação e ao grupo de Forragicultura da Universidade Federal Rural de Pernambuco.

Meus sinceros agradecimentos a todos que estavam ao meu lado durante essa trajetória.

SÚMARIO

LISTA DE FIGURAS	7
LISTA DE TABELAS.....	8
RESUMO.....	9
1. INTRODUÇÃO.....	10
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	11
2.1. Origem e importância da palma forrageira.....	11
2.2. Características morfológicas da palma forrageira.....	13
2.3. Caracterização da composição química da palma forrageira.....	15
2.4. Armazenamento pós-colheita da palma forrageira.....	17
3. MATERIAIS E MÉTODOS.....	18
3.1. Descrição da área e coleta do material vegetal	18
3.2. Delineamento experimental e tratamentos	19
3.3. Manejo	19
3.4. Avaliação da composição química.....	22
3.5. Avaliação do índice de apodrecimento	23
3.6. Análises estatísticas	24
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	24
4.1 Palma forrageira cv Miúda.....	24
4.2. Palma forrageira cv Orelha de Elefante Mexicana	28
4.3. Índice de apodrecimento	30
5. CONCLUSÃO.....	32
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	33

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Distribuição geográfica mundial da palma forrageira, 2024.....	12
Figura 2. <i>Opuntia cochenillifera</i> (L.) Mill cv. Miúda (a) e <i>Opuntia stricta</i> (Haw.) Haw. Cv. Orelha de elefante mexicana (b).....	15
Figura 3. Esquema representativo de colheita, transporte e armazenamento pós-colheita de palma forrageira.	18
Figura 4. Área de palma forrageira localizada na fazenda didática da ufrpe, garanhuns/pe. ...	20
Figura 5. Croqui do local de armazenamento, Garanhuns/PE.....	20
Figura 6. Local do armazenamento composto por galpão coberto e aberto lateralmente, e paletes de madeira, garanhuns-pe. A – antes e b – durante o armazenamento, respectivamente.....	21
Figura 7. Temperatura interna e externa do galpão durante os tempos de armazenamento pós-colheita, garanhuns/pe.	22
Figura 8. Umidade relativa do ar (%) durante os tempos de armazenamento pós-colheita, garanhuns/pe.....	22
Figura 9. Escala de classificação demonstrativa dos cladódios de palma forrageira.....	23
Figura 10. Probabilidade para os níveis de podridão em palmas <i>Opuntia cochenillifera</i> (L.) Mill e <i>Opuntia stricta</i> (Haw.) Haw. , em função do tempo de armazenamento (a) e das cultivares (b).....	30

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Características químicas do solo da área de palma localizada na Fazenda Didática da UFRPE, Garanhuns/PE.....	19
Tabela 2. Composição química da <i>Opuntia cochenillifera</i> (L.) Mill em diferentes períodos de armazenamento pós-colheita, Garanhuns/PE.....	24
Tabela 3. Composição química da parede celular da <i>Opuntia cochenillifera</i> (L.) Mill em diferentes períodos de armazenamento pós-colheita, Garanhuns/PE.....	26
Tabela 4. Concentração de taninos condensados e fenóis totais (mg/g^{-1}) da <i>Opuntia cochenillifera</i> (L.) Mill, conforme períodos de armazenamento pós-colheita, Garanhuns/PE.....	27
Tabela 5. Composição química da <i>Opuntia stricta</i> (Haw.) Haw. em diferentes períodos de armazenamento pós-colheita, Garanhuns/PE.....	28
Tabela 6. Composição química da parede celular da <i>Opuntia stricta</i> (Haw.) Haw. em diferentes períodos de armazenamento pós-colheita, Garanhuns/PE.....	29
Tabela 7. Concentração de taninos condensados e fenóis totais (mg/g^{-1}) da <i>Opuntia stricta</i> (Haw.) Haw. cv. Orelha de elefante mexicana em diferentes períodos de armazenamento pós-colheita, Garanhuns/PE	30

RESUMO

A palma forrageira é um importante recurso forrageiro, entretanto colheitas diárias e manuais aumentam os custos com mão de obra e transporte. Objetivou-se determinar o efeito do armazenamento pós-colheita na composição química e o índice de apodrecimento dos cladódios das palmas forrageiras *Opuntia cochenillifera* (L.) Mill cv. Miúda e *Opuntia stricta* (Haw.) Haw. cv. Orelha de Elefante Mexicana. O experimento foi conduzido na Fazenda Prof. Antônio de Pádua Maranhão Fernandes da UFRPE, em Garanhuns/PE. A palma foi oriunda de palmar estabelecido na Fazenda, colhido com um ano de idade, pela manhã, as plantas inteiras foram amontoadas em montes. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com medidas repetidas no tempo, os tratamentos experimentais corresponderam a oito períodos de armazenamento pós-colheita (0, 8, 16, 24, 32, 40, 48 e 56 dias). O armazenamento foi realizado em galpão aberto lateralmente e ventilado, e os cladódios ficavam em cima de estrados de madeira. Durante o período de avaliação, a temperatura interna do galpão teve média de 24,9 C° (Máxima 27,1 C° e Mínima 23,2C°). A umidade relativa do ar variou de 64 a 79%. As amostras para análise da composição química foram compostas por cladódios de diferentes ordens e colhidas nas distintas posições no monte. Avaliou-se o teor de Matéria Seca (MS), Proteína Bruta (PB), Extrato Etéreo (EE), Matéria Mineral (MM), Matéria Orgânica (MO), Carboidratos Totais (CT), Carboidratos não Fibrosos (CNF); Carboidratos Solúveis em Água (CSA), Fibra em Detergente Neutro (FDN), Fibra em Detergente Ácido (FDA), Lignina em Detergente Ácido (LDA). Para a análise de deterioração dos cladódios foram efetuadas observações visuais ao final de cada tempo de armazenamento pós-colheita, utilizando-se escala variando de 1 a 5. Para verificar normalidade os dados foram submetidos ao teste de Shapiro-Wilk e qui-quadrado para podridão. Para composição química a palma forrageira cv. Orelha de Elefante Mexicana, observou-se efeito significativo para os teores de MS, MM, CNF, CSA, FDN, FDA, LDA e Celulose, enquanto para os teores de PB, EE, MO, CT, Hemicelulose, Taninos Condensados e Fenóis totais, não se observou efeito significativo. Para a palma forrageira cv. Miúda, observou-se efeito significativo para os teores de MS, PB, EE, CNF, CSA, FDN, FDA, LDA, Celulose e Hemicelulose, enquanto para os teores de MM, MO, CT, Taninos Condensados e fenóis totais não se verificou efeito significativo. A palma forrageira cv. Miúda pode ser armazenada até 32 dias pós-colheita, com pouca variação de composição química e menor índice de apodrecimento. Já a palma forrageira cv. Orelha de Elefante Mexicana pode ser armazenada até 56 dias pós-colheita, com menor nível de deterioração pós-colheita.

Palavras-chave: Palma Forrageira; Miúda, Orelha de Elefante Mexicana.

1. INTRODUÇÃO

A região Nordeste compreende 18,3 % (1.552.167 km²) do território nacional, com aproximadamente 54 milhões de pessoas, (IBGE, 2022). É caracterizada pela diversidade de suas paisagens, tendo um bioma dominante, a Caatinga, que compreende 54,40% (844.453 km²) da região (IBGE, 2019), estando completamente inserido no semiárido, o qual abrange os nove estados da região Nordeste e o Norte de Minas Gerais (Santos *et al.*, 2023).

Esta região se caracteriza, principalmente, pela irregularidade das chuvas e pelas altas taxas de evapotranspiração, causando escassez hídrica, dificultando a produção agrícola, e causando a estacionalidade da produção de forragem (Santos *et al.*, 2022). Resultando em cenário em que a agricultura é uma atividade de grande risco e muitas vezes de baixa produtividade.

A produção animal ainda tem que buscar estratégias e planejamento, notadamente durante a época seca, para conseguir produzir nestas regiões. Tendo que otimizar os recursos como as pastagens nativas, as quais apresentam elevada variabilidade quantitativa e qualitativa. Desta forma, espécies exóticas que são adaptadas aos fatores edafoclimáticos da região, a exemplo das cactáceas (Santos *et al.*, 2023), ajudam a manter o desempenho animal.

A palma forrageira *Opuntia* surge suprir a alimentação dos ruminantes durante o período seco no semiárido, por apresentar características morfológicas e fisiológicas adaptadas às condições edafoclimáticas, como metabolismo ácido das crassuláceas (MAC), o fechamento dos estômatos durante o dia e abertura durante a noite para fixação de CO₂ diminuindo a perda por transpiração, menor quantidade de estômatos, cutícula espessa, grande capacidade de armazenamento de água, serosidade que contribui para reflexão da radiação, além da disposição de cristais de oxalato de cálcio, o qual está relacionado às estratégias de proteção contra insetos (Frack *et al.*, 2017). Entretanto, a palma forrageira apresenta particularidades que influenciam o manejo de colheita dessa forrageira como as raízes superficiais e a estrutura dos cladódios, que pode quebrar com facilidade, promovendo dificuldades quando o pastejo direto é utilizado (Sampaio *et al.*, 2022), sendo a palma forrageira utilizada quase que exclusivamente como forrageira de corte.

Segundo Herrera-Ângulo *et al.* (2022), a colheita de palma forrageira manual diária aumenta o custo da produção. Desta forma, ocorre aumento no custo de mão de obra e transporte ao ser realizado todos os dias. Assim, o armazenamento pós-colheita da palma pode contribuir para a redução dos custos de colheita e facilitar a logística dentro da propriedade.

A palma forrageira por possui um metabolismo MAC, quando colhida os estômatos estão fechados, os quais são profundos. Também possui cutícula espessa, a qual contribui para retardar a perda do valor nutritivo durante o período de armazenamento pós-colheita (Sampaio *et al.*, 2022).

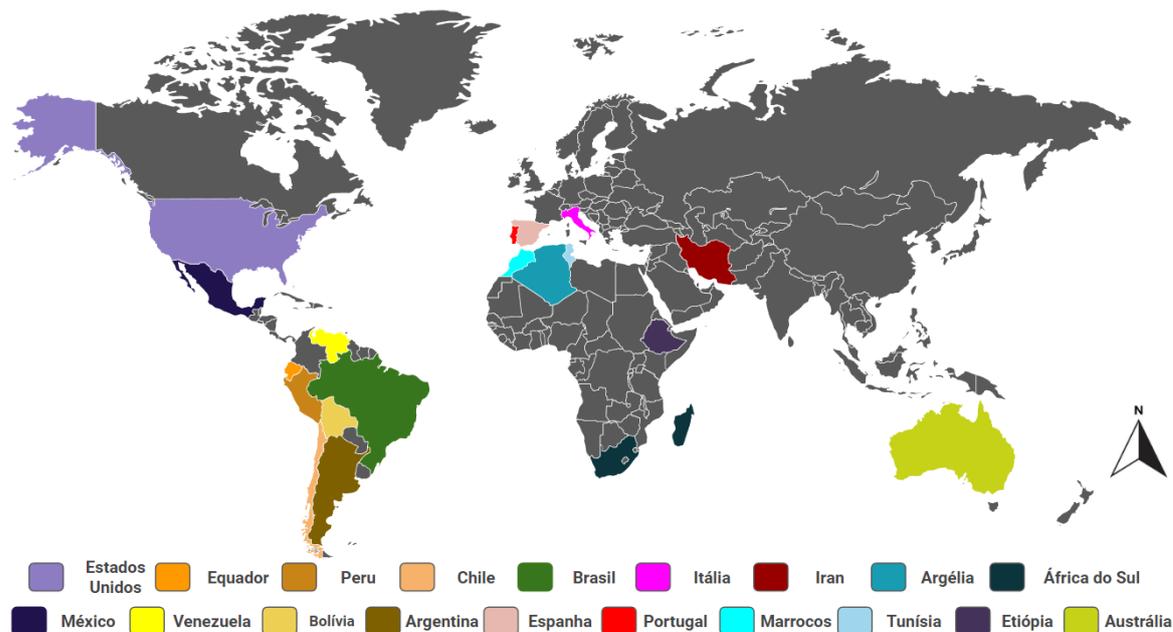
A hipótese desse trabalho é que o armazenamento de cladódios da palma forrageira pós-colheita até 56 dias pode promover a conservação do material, sem comprometer a composição química e com aparecimento tardio de apodrecimento. Desta forma, objetivou-se avaliar a composição química e taxa de deterioração de cladódios de palmas de diferentes genótipos [*Opuntia cochenillifera* (L.) Mill cv. Miúda e *Opuntia stricta*. (Haw.) Haw. cv. Orelha de Elefante Mexicana] durante período de até 56 dias de armazenamento pós-colheita.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Origem e importância da palma forrageira no Brasil

A palma forrageira é originária da América do Norte, entre o México (Samah *et al.*, 2016) e os Estados Unidos (Yang *et al.*, 2015), sendo a base alimentar das populações desde a pré-história. Ao decorrer do tempo, essa cactácea transcendeu fronteiras através da colonização dos espanhóis que foram responsáveis pela distribuição da palma forrageira na Europa e América Latina (Barbera, 1995), chegando a diversos continentes como Oceania, Ásia, Europa, África e América do Sul (Figura 1), como Brasil, Argentina, Peru, Bolívia, Equador, Venezuela, Argélia, Chile, Austrália, Itália, Espanha, Portugal, Marrocos, Etiópia, África do sul, Tunísia (Ochoa e Barbera, 2017; Ahumada *et al.*, 2020; Neves *et al.*, 2020; Scarano *et al.*, 2020; Rocha Filho *et al.*, 2021) e Irã (Moosazadeh *et al.*, 2014).

Figura 1. Distribuição geográfica mundial da palma forrageira, 2024.



Fontes: Samah *et al.*, 2016; Yang *et al.*, 2015; Ochoa e Barbera, 2017; Ahumada *et al.*, 2020; Neves *et al.*, 2020; Scarano *et al.*, 2020; Rocha Filho *et al.*, 2021; Moosazadeh *et al.*, 2014.

No Brasil, a palma Miúda [*Nopalea cochenillifera* (L.) Salm Dyck, atualmente *Opuntia cochenillifera* (L.) Mill (USDA, 2024)] foi introduzida no final do século XVIII para a produção de corante através da cochonilha do carmim [*Dactylopius opuntiae* (Cockerell) (Hemiptera: Dactylopiidae)] (Cunha *et al.*, 2022), também sendo utilizada para ornamentação.

A exploração da palma como forrageira teve início pelo plantio do produtor rural Antônio Tenório de Carvalho Cavalcanti, no jardim da Fazenda Gentil, no município da Pedra-PE. Tendo a priori o uso ornamental, até que em 1905, observou-se vacas consumindo os cladódios, verificando-se que era uma espécie palatável. Após essa motivação inicial e a percepção de outras qualidades da palma forrageira, essa planta foi levada para as cidades vizinhas e assim aos poucos se popularizou no estado (Souto Filho, 2020).

Sendo assim em 1932, o governo autorizou o plantio de diversos campos de palma forrageira no Nordeste como forma de combate à seca (Frota *et al.*, 2015), incentivando o plantio de palma forrageira. Enquanto, a palma Orelha de Elefante Mexicana [*Opuntia stricta* (Haw.) Haw.] foi introduzida pelo Instituto Agrônomo de Pernambuco (IPA) em 1996, advinda da Universidade de Chapingo, México (Santos *et al.*, 2020; Macêdo *et al.*, 2020).

Atualmente, a região Nordeste é a maior produtora mundial de palma, destacando-se os estados como Bahia (1.303.149 t), Pernambuco (468.826 t), Paraíba (356.350 t), Alagoas (278.951 t), e Rio Grande do Norte (56.352 t) que tem a maior produção por tonelada (IBGE, 2017). Tendo a pecuária como uma das principais atividades econômicas, contribuindo para que as cactáceas, como a palma forrageira, se estabelecessem com sucesso, nas áreas áridas e semiáridas como uma fonte alimentar durante os períodos de estiagem, em virtude de tentar garantir alimentação durante todo o ano e reduzir o custo de produção (Souto Filho, 2020).

A adaptação desta cactácea às irregulares distribuições de chuvas nesta região possibilita a criação e à sobrevivência destes rebanhos durante as secas, evidenciando a importância da cultura na região como um dos principais recursos forrageiros (Souto Filho, 2020).

A palma tem elevado teor de água, com 90% de umidade, esta proporção reduz a ingestão de água bebida pelos animais (Santos *et al.*, 2022). Esta capacidade de retenção de água pela palma forrageira, pode estar associado a diversos fatores como a própria constituição dos cladódios composta de mucilagem um carboidrato complexo (Nobel *et al.*, 1992) que aumentam o armazenamento de água (Griffiths e Males, 2017). Apresenta eficiência de 50 kg de água para 1 kg de massa seca, enquanto plantas de metabolismo C₄ e C₃, têm de 500 e 1.000 kg de água, respectivamente (Santos *et al.*, 2020; Nascimento Junior *et al.*, 2022).

Possui o metabolismo MAC que confere a Cactácea um crescimento lento e maior persistência do valor nutritivo, além de uma redução na transpiração de 3-5 vezes menor que em plantas C₄ e C₃ (Frack *et al.*, 2017). Este metabolismo faz a captura do CO₂ e armazenamento durante período noturno (com temperatura amena), quando os estômatos se abrem, transformando em biomassa e durante o dia tendo os estômatos fechados, evitando a perda de água e entrada de CO₂. Essa fisiologia contribui para destacar a cultura com excelente aproveitamento da água, adaptando-se bem as condições climáticas adversas das regiões semiáridas (Sampaio *et al.*, 2022).

Esses fatores em conjunto confere uma boa produtividade, no levantamento do IBGE de 2017, sobre a palma forrageira no Brasil, teve 3.581.469 toneladas de palmas colhidas, em 126.925 estabelecimentos, tendo aproximadamente 429.776 t de massa verde considerando teor médio de matéria seca de 120g/kg (Santos *et al.*, 2022).

2.2. Características morfológicas da palma forrageira

A palma forrageira é uma cultura de colheita bienal e anual a depender da espécie e necessidade do produtor, com a colheita a cada dois anos sendo a mais indicada (Silva *et al.*, 2019), sendo propícia a mudanças de crescimento e desenvolvimento de acordo com as condições do ambiente. Tendo uma grande importância como recurso forrageiro por ser uma cultura de fácil propagação e apresentar alta produção de matéria seca e água.

De forma geral a palma apresenta as seguintes características botânicas: porte arbustivo de hábito ereto, com uma epiderme glabra, papilosa e pubescente, com aréolas distantes cerca de 2-3 cm entre si, espinhos amarelos com extremidade translúcida que fica esbranquiçado ao decorrer do envelhecimento. As flores são amarelas, alaranjado ou rosa, apresenta frutos globuloso de cor amarelo a roxo escuro e sementes elípticas para subglobuloso, com tricomas na parte do meio e orbicular ao elipsoide, com tricomas na superfície (Scheinvar *et al.*, 2015; Arreola-Nava *et al.*, 2017).

A palma forrageira apresenta alguns aspectos morfológicos que diverge das cactáceas nativas, como raízes superficiais e carnosas de crescimento horizontal e estrutura de caule especializada, com aspecto de discos ablongos, ao exemplo do gênero *Nopalea*, ou em formato oval como no gênero *Opuntia*, sendo denominados de cladódios ou de forma vulgar raquetes (Sampaio *et al.*, 2022). De forma geral, a altura da planta varia de 1 a 5 m, e os cladódios podem apresentar de 60 a 150 cm de largura, com coloração verde, e presença ou ausência de espinhos adensados (Pessoa *et al.*, 2022).

Além disso, as variedades de palma forrageira podem apresentar diferentes características morfológicas (Figura 2) como o número de cladódios (NC), largura de cladódio (LC), comprimento de cladódios (CC) e espessura do cladódio (EpE). Por exemplo, a palma Miúda apresenta aproximadamente 28 - 67 NC, 10 - 24 cm LC, 19 - 21 cm CC e 21 - 29 mm EpE (Ferraz, 2018; Silva, 2019). A palma Gigante apresenta cerca de 3 - 10 NC, 12 - 16,9 cm LC, 27 cm CC e 21 - 27 mm EpE, respectivamente (Cirino Junior *et al.*, 2022; Fonseca *et al.*, 2023). E a variedade de Orelha de Elefante Mexicana varia de aproximadamente 18 - 22 NC, 26 - 27 cm LC, 27 - 30 cm CC e 26 - 29 mm EpE (Ferraz, 2018; Silva, 2019).

A estrutura da palma forrageira ocorre da seguinte forma, com o cladódio basal possuindo função de suporte e a distribuição de nutrientes, além de serem responsáveis pela propagação via clone, no qual vai promover a brotação de duas ou mais cladódios similares a partir dele e assim continuamente. E suas flores e frutos ficam nas bordas superior dos

cladódios mais jovens. Formando assim uma estrutura composta por discos dispostos de forma assimétrica com pequenas flores e frutos nas bordas (Frack *et al.*, 2017).

Além disso, é nos cladódios que vai ocorrer o metabolismo fotossintético ácido das crassuláceas (MAC), em conjunto com a baixa densidade de estômatos que são adaptados para fechar durante o dia, evitando a perda de dióxido de carbono (CO₂) e vapor de água por evapotranspiração durante o período do dia, e a noite os estômatos se abrem para captura do CO₂. A epiderme possui maior espessura conferindo maior eficiência hídrica, além de propiciar acúmulo de biomassa e água (Barbosa *et al.*, 2018).

Figura 2. *Opuntia cochenillifera* (L.) Mill cv. Miúda (A) e *Opuntia stricta* (Haw.) Haw. cv. Orelha de Elefante Mexicana (B).



Foto: Nascimento, D. B.

2.3. Composição química da palma forrageira

A composição química da palma forrageira varia de acordo com a espécie, estação do ano, idade (Brandão & Eustáquio Filho, 2021) e condições de manejo (López-Palacios & Peña-Valdivia, 2020). Em geral, têm alto teor de água, constituindo 90% da sua composição com base na matéria seca (Silva *et al.*, 2022; Nascimento Junior *et al.*, 2022), apresenta elevada digestibilidade com valores entre 690 a 780 g/kg, sendo rica em energia nutrientes digestíveis totais (com 660 - 740 g/kg) e carboidratos não fibrosos (590 a 730 g/kg)

(Magalhães *et al.*, 2021) e baixos teores de proteína bruta entre 46 a 69 g/kg (Rocha Filho *et al.*, 2021).

Possui baixo teor de fibra efetiva em detergente neutro (FDN), o que pode provocar o desequilíbrio do ambiente ruminal. Por isso, torna-se necessário ajustar o teor de FDN efetivo da palma forrageira complementando a dieta com fibras efetivas, para assegurar um rúmen saudável com bom consumo de matéria seca (Brandão & Eustáquio Filho, 2021).

Segundo trabalho de Rocha Filho *et al.* (2021), a composição química da *O. cochenillifera*, apresentou baixos teores de matéria seca (MS) (96 g kg⁻¹), proteína bruta (PB) (46 g kg⁻¹), fibra em detergente neutro (FDN) (246 g kg⁻¹), e fibra em detergente ácido (FDA) (128 g kg⁻¹), lignina (16 g kg⁻¹) e extrato etéreo (EE) (17 g kg⁻¹). E altos teores de matéria orgânica (MO) (848 g kg⁻¹), carboidratos totais (CT) (785 g kg⁻¹) e carboidratos não fibrosos (CNF) (539 g kg⁻¹). Enquanto a palma *O. stricta*, possui baixos teores de matéria seca (77 g kg⁻¹), proteína bruta (69 g kg⁻¹), fibra em detergente neutro (262 g kg⁻¹), fibra em detergente ácido (139 g kg⁻¹), lignina (29 g kg⁻¹) e extrato etéreo (19 g kg⁻¹). E possuem em média de 859 g kg⁻¹ de matéria orgânica, 771 g kg⁻¹ de carboidratos totais e 509 g kg⁻¹ de carboidratos não fibrosos.

De acordo com Silva (2016), avaliando a composição química da palma forrageira (cv. Miúda e Orelha de Elefante Mexicana) submetidas até 21 dias de armazenamento pós-colheita, verificou-se que a palma Miúda apresentou maiores teores de FDN e FDA, com teores médios de 146,3 g kg⁻¹ e 200 g kg⁻¹, respectivamente, além de teores de 140,2 g kg⁻¹ de MS e 32,5 g kg⁻¹ de PB, enquanto que a palma Orelha de Elefante Mexicana apresentou teores médios de 120,5 g kg⁻¹ de MS, 38,6 g kg⁻¹ de PB, 91,8 g kg⁻¹ de FDN e 176,5 g kg⁻¹ de FDA, durante os períodos de armazenamento pós-colheita de 21 dias.

A conservação das cultivares de palma forrageira (Doce, Baiana e Orelha de Elefante Mexicana) submetidas a diferentes períodos de armazenamento pós-colheita e na forma de silagem, foi avaliada por Carvalho *et al.* (2020). Os autores observaram que houve interação entre os cultivares de palma forrageira e os períodos de armazenamento para a composição química apresentando redução aos 60 dias no teor de PB e carboidratos e aumento linear no teor das fibras, verificando-se teores médios de 114,02 ± 0,37 g kg⁻¹ de MS, 41,4 ± 0,07 g kg⁻¹ de PB, 15,06 ± 0,11 g kg⁻¹ de EE, 148,80 ± 0,17 g kg⁻¹ de MM, 851,20 ± 0,37 g kg⁻¹ de MO e 794,74 ± 0,70 g kg⁻¹ de CT. Concluindo que o armazenamento até 60 dias promoveu mínimas perdas de água e manteve a composição estável.

Santos *et al.* (2024) avaliaram os efeitos do armazenamento pós-colheita até 56 dias sobre a composição química e taxa de deterioração de cladódios armazenados, utilizando duas cultivares (IPA 20 e Miúda). Foi observado que não houve redução nos teores de PB e FDN, já para os teores de carboidratos observou-se maior concentração aos 56 dias pós-colheita. Em relação à taxa de deterioração, a palma Miúda teve maior deterioração que a IPA 20. Os autores concluíram que os cladódios de *Opuntia ficus-indica* Mill cv. IPA-20 pode ser armazenada por 56 dias. Enquanto os cladódios de *Opuntia cochenillifera* (L.) Mill cv. Miúda pode ser armazenamento até 30 dias pós-colheita pelo índice de deterioração elevado.

2.4. Armazenamento pós-colheita

A palma forrageira é manejada com colheita diária constituída, das seguintes etapas: corte dos cladódios, carregamento, transporte, descarregamento dos caminhões, processamento e destinação final servida no cocho do animal. Segundo projeto da SUDENE e INSA, realizado na Fazenda Gameleira – Iaçú, BA (SUDENE, 2019) o processo da colheita manual da palma, representam cerca de 60% do custo total da produção de palma forrageira diariamente.

O armazenamento pós-colheita é uma estratégia de manejo adotada para diminuir os gastos. Após a realização da colheita, os cladódios são armazenados em galpões, durante o período que não ocorre perdas significativas de valor nutritivo.

De acordo com Santos *et al.* (1992), um dos pioneiros ao estudar esta tecnologia, o qual armazenaram diferentes cultivares de palma (Redonda, Gigante e Miúda) a em algum local suspenso para evitar umidade, em ambiente fechado e ventilado, para assim atrasar o apodrecimento o máximo possível.

Segundo Santos *et al.* (1998), é possível armazenar palma sem alterações no desempenho animal, quando os cladódios foram empilhados e armazenados na sombra, observando-se que até 16 dias não ocorreu perdas de MS, PB, fibra bruta e carboidratos solúveis. Nos estudos mais atuais, Carvalho *et al.* (2020) testaram armazenamento pós-colheita por até 60 dias de palma Miúda, Baiana e Orelha de Elefante Mexicana e observaram que a qualidade da cactácea foi mantida.

Santos *et al.* (2024) avaliaram os efeitos do armazenamento pós-colheita até 56 dias (Figura 3), utilizando duas cultivares (IPA 20 e Miúda). Foi observado que os cladódios de *Opuntia ficus-indica* Mill cv. IPA-20 pode ser armazenada por 56 dias. Enquanto os cladódios

de *Opuntia cochenillifera* (L.) Mill cv. Miúda pode ser armazenado até 30 dias pós-colheita pelo índice de deterioração elevado.

Figura 3. Esquema representativo de colheita, transporte e armazenamento pós-colheita de Palma forrageira.



Fonte: Santos *et al.* (2024).

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1. Descrição da área de coleta do material vegetal

A pesquisa foi realizada na Fazenda Didática Prof. Antônio de Pádua Maranhão Fernandes pertencente à Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), localizada em Garanhuns/PE (figura 3), tendo as seguintes coordenadas geográficas, 8° 53' 25'' de latitude sul e 36° 29' 34'' de longitude oeste, 896 m acima do nível do mar. O clima da região é classificado como Aw' conforme a classificação climática de Köppen (Alvares *et al.*, 2013), com temperatura média anual de 21,2 °C, caracterizado por verões quentes e secos e invernos amenos e úmidos.

O solo da área experimental é classificado como Argissolo Amarelo, de textura franco-argilo arenoso. As características químicas da área de cultivo das palmas são apresentadas na Tabela 1 referente ao ano de cultivo.

Tabela 1. Características químicas do solo da área de palma localizada na Fazenda Didática da UFRPE, Garanhuns/PE

Sigla	Descrição	Unidade	Resultados
M.Org	Materia orgânica	g/kg	15,3
P- Mehlich	Fósforo	mg.dm ³	4,2
P-Resina	Fósforo	mg.dm ³	10,0
Ca ²⁺	Cálcio	cmol _c .dm ³	0,68
Mg ²⁺	Magnésio	cmol _c .dm ³	0,53
Na ⁺	Sódio	cmol _c .dm ³	0,042
K ⁺	Potássio	cmol _c .dm ³	0,32
Fe ²⁺	Ferro	mg.dm ³	199,4
Cu ²⁺	Cobre	mg.dm ³	0,2
Zn ²⁺	Zinco	mg.dm ³	2,4
Mn ²⁺	Manganês	mg.dm ³	1,0
S	Soma de bases	cmol _c .dm ³	1,58
Al ³⁺	Alumínio	cmol _c .dm ³	0,00
H ⁺ +Al ³⁺	Hidrogênio+Alumínio	cmol _c .dm ³	2,18
CTC	Capacidade de troca catiônica	cmol _c .dm ³	3,76
m	Saturação por alumínio	(%)	0,0
V	Saturação de bases	(%)	42,07
pH	Potencial hidrogeniônico	-	6,15
CE	Condutividade elétrica	ds m ⁻¹	0,77

3.2. Delineamento experimental e tratamentos

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com medidas repetidas no tempo, no qual os tratamentos corresponderam a oito períodos de armazenamento pós-colheita (0, 8, 16, 24, 32, 40, 48 e 56 dias), com quatro repetições, para cada experimento.

3.3. Manejo experimental

Os cladódios de palma foram oriundos de palmal na Fazenda Didática da UFRPE, sendo utilizadas duas cultivares de palma forrageira (palma Miúda e Orelha de Elefante Mexicana).

A área de palma foi implantada em Outubro de 2021, utilizando-se um cladódio por cova, na posição vertical, com espaçamento de plantio de 3,0 × 1,0 × 0,5 m e 3,0 x 1,0 m para consorcio e monocultivo, respectivamente. Após um ano de idade, foi realizada a colheita dos

cladódios em áreas de consorcio e monocultivo, sendo colhidas manualmente com auxílio de facão, preservando o cladódio mãe (Figura 4).

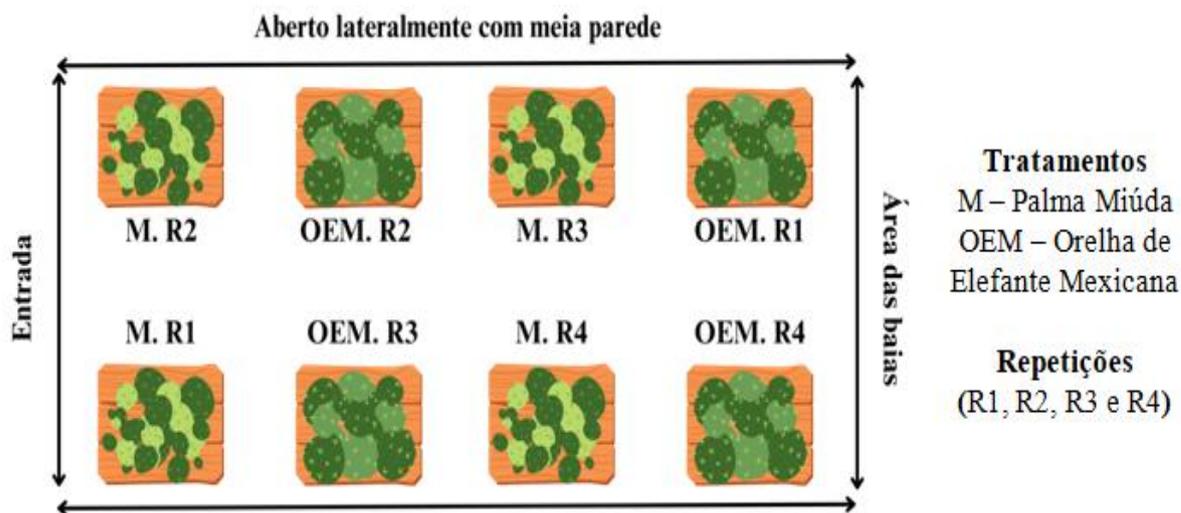
Figura 4. Área de palma forrageira localizada na Fazenda Didática da UFRPE, Garanhuns/PE. Foto de Daniel Bezerra do Nascimento.



Fonte: Nascimento, D. B.

Após a colheita das plantas foi realizado o armazenamento dos cladódios, sendo empilhado sobre plataformas de madeira para evitar o contato direto com o piso (Figuras 5 e 6), em galpão de alvenaria, coberto e aberto lateralmente, conforme Santos *et al.* (1992). As pilhas de palma Miúda foram formadas por amontoados de até 140 kg, e da palma Orelha de Elefante Mexicana com amontoados de até 160 kg, constituindo dois experimentos.

Figura 5. Croqui do local de armazenamento pós-colheita da palma, Garanhuns-PE



Fonte: Arquivo pessoal

Figura 6. Local do armazenamento composto por galpão coberto e aberto lateralmente, e paletes de madeira, Garanhuns-PE. A – antes e B – durante o armazenamento, respectivamente.

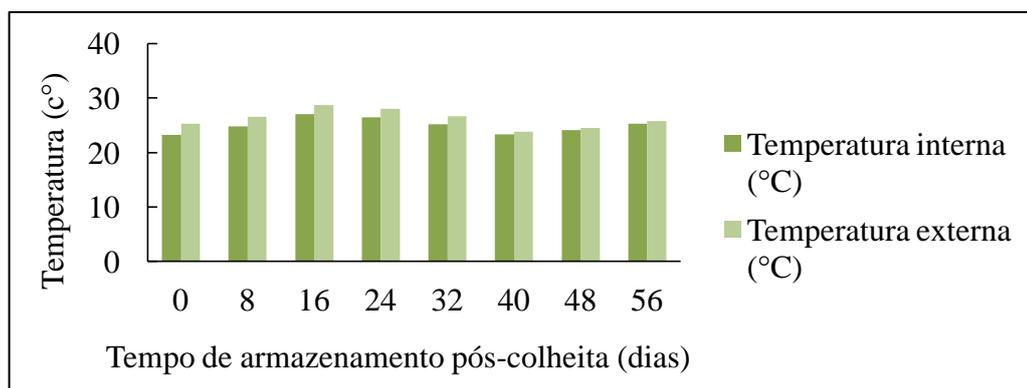


Fonte: Arquivo pessoal

Durante a colheita e empilhamento, buscou-se manter a integridade dos cladódios, evitando-se lesões nos cladódios no momento da colheita e montagem das pilhas, para evitar ou dificultar a entrada de microrganismos.

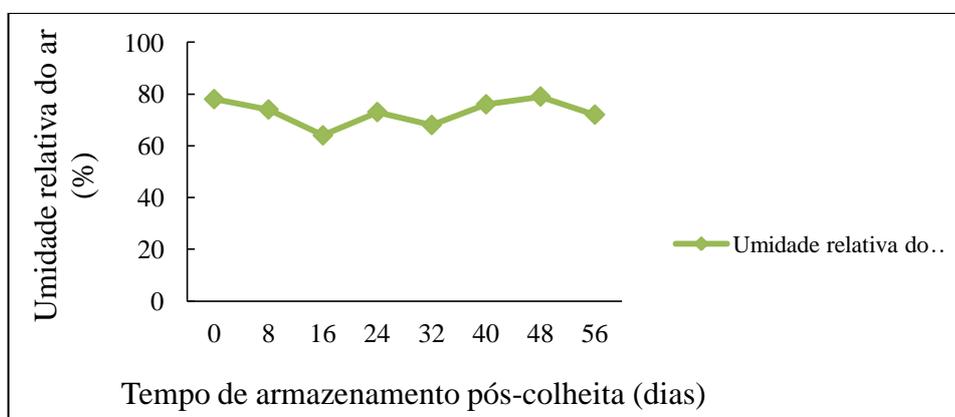
As temperaturas externas e internas do galpão, bem como, a umidade relativa do ar foram registradas durante o período de coleta com auxílio de um termo-higrômetro digital J.Prolab Modelo 1566-1. Durante o período de avaliação, a temperatura interna do galpão foi de média de 24,9 °C com (Máxima 27,1°C e Mínima 23,2°C). Enquanto que a temperatura externa do galpão foi de 26,2, 28,7 e 23,8 °C para a média, máxima e mínima, respectivamente (Figura 7). A umidade relativa do ar variou de 64 a 79%, com média de 73% (Figura 8). A precipitação total registrada durante o primeiro ano de cultivo foi aproximadamente 1.429,6 mm.

Figura 7. Temperatura interna e externa do galpão durante os tempos de armazenamento pós-colheita, Garanhuns/PE



Fonte: Arquivo pessoal

Figura 8. Umidade relativa do ar (%) durante o armazenamento pós-colheita, Garanhuns/PE.



Fonte: Arquivo pessoal

3.4. Avaliação da composição química

Para as análises de composição química foram coletados 2 a 3 kg de cladódios de cada cultivar de palma, em cada tempo de armazenamento pós-colheita, os quais foram acondicionados em sacolas plásticas identificadas. Em seguida, as amostras foram encaminhadas para o Laboratório de Nutrição Animal da Universidade Federal do Agreste de Pernambuco (UFAPE). O material foi cortado manualmente, homogeneizado, e em seguida, amostras foram levadas em bandejas para secagem em estufa de ventilação forçada de ar a 55 °C até peso constante. Após a secagem, as amostras foram moídas em moinhos de faca (tipo Willey, MA-340), com malha a 1 mm, e novamente identificadas para posterior realização das análises químicas.

As análises químicas foram realizadas no Laboratório de Forragicultura Prof. Iderval Farias da UFRPE, determinando-se os teores de matéria seca (MS) (930.15), matéria mineral (MM) (942.05), proteína bruta (PB) (954.01) e extrato etéreo (EE) (920.39), de acordo com a metodologia descrita pela AOAC (1990). As análises de fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) foram realizadas conforme metodologia de Van Soest *et al.* (1991), com modificações propostas por Senger *et al.* (2008), na qual foi utilizado autoclave com temperatura a 110°C por 40 minutos. A lignina em detergente ácido (LDA) foi determinada pelo tratamento do resíduo da FDA com ácido sulfúrico a 72% (Van Soest *et al.*, 1991). As frações de hemicelulose (HEM) e celulose (CEL) foram estimadas pelas equações: $HEM = FDN - FDA$ e $CEL = FDA - LDA$, respectivamente.

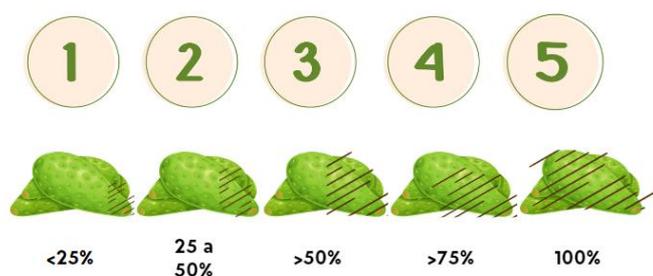
Os carboidratos totais (CT) foram calculados conforme Sniffen *et al.* (1992), em que $CT = 100 - (\%PB + \%EE + \%MM)$. Os carboidratos não fibrosos (CNF) foram estimados através da equação: $CNF = 100 - \%MM - \%PB - \%EE - \%FDN$ (Mertens, 1994).

As análises de carboidratos solúveis em água (CSA) foram realizadas segundo Bezerra Neto e Barreto (2011), pelo método da antrona. As análises de fenóis totais e taninos condensados foram realizadas conforme Hagerman e Butler (1978).

3.5. Índice de apodrecimento

Para a análise de deterioração dos cladódios foram efetuadas observações visuais ao final de cada tempo de armazenamento pós-colheita. A escala de classificação variou de 1 a 5, em que as notas foram atribuídas do seguinte modo: 1 – Cladódios com menos de 25% de podridão; 2 – Cladódios entre 25% a 50% de podridão; 3 – Cladódios com mais de 50% de podridão; 4 – Cladódios com mais 75% de podridão; 5 – Cladódios com 100% de podridão.

Figura 9. Escala de classificação demonstrativa dos cladódios de palma forrageira.



Fonte: Arquivo pessoal

3.6. Análises estatísticas

Os dados foram submetidos a análise de normalidade pelo teste de Shapiro-Wilk, e realizado a análise de variância (ANOVA), as amostragens em cada período foram consideradas medidas repetidas no tempo, utilizando-se o programa PROC MIXED do software SAS (SAS® On Demand). Quando o teste F foi significativo, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Para avaliar os níveis de podridão em função dos tempos de armazenamento das duas cultivares de palma forrageira, foi aplicado um modelo de regressão logística, considerando-se a distribuição multinomial e link da função igual à logit cumulativo. Diferenças foram consideradas significativas de acordo com o teste qui-quadrado e de Tukey em até 5% de probabilidade.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Palma forrageira cv Miúda

Para a composição química da *Opuntia cochenillifera* (L.) Mill cv. Miúda (Tabela 2), observou-se efeito significativo para os teores de MS, PB, EE, CNF e CSA, enquanto que para os teores de MM, MO e CT, não houve efeito significativo.

Tabela 2. Composição química da *Opuntia cochenillifera* (L.) Mill cv. Miúda em diferentes períodos de armazenamento pós-colheita, Garanhuns/PE

Período de armazenamento (dias)	MS	PB	EE	MM	MO	CT	CNF	CSA
	g/kg MN			g/kg MS				mg/kg MS
0	83 a	57 b	38 a	230	816	716	231 bc	58 abc
8	74 ab	65 ab	44 a	209	791	686	274 ab	43 c
16	74 ab	66 ab	21 c	227	773	686	298 ab	44 c
24	69 bc	72a	42 a	242	714	573	300 ab	42 c
32	63 c	75 a	39 a	259	741	631	338 a	46 bc
40	69 bc	67 ab	44 a	251	749	638	322 a	51 abc
48	78 ab	76 a	23 bc	217	783	676	183 c	71 ab
56	77 ab	66 ab	35 ab	212	740	686	67 d	75 a
<i>p</i>	0,0001	0,0044	0,0001	0,1927	0,3995	0,1509	0,0001	0,0012

MN: matéria natural; MS: matéria seca; PB: proteína bruta; EE: extrato etéreo; MM: matéria mineral; MO: matéria orgânica; CT: carboidratos totais; CNF: carboidratos não fibrosos; CSA: carboidratos solúveis em água. Letras minúsculas diferentes na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

O teor de matéria seca variou estatisticamente, tendo redução aos 24, 32 e 40 dias. A variação no teor de MS pode estar associada à perda de água da planta durante o

armazenamento pós-colheita (Santos *et al.*, 2024). Entretanto, após está queda o teor se reestabeleceu ficando similar aos primeiros períodos anteriores, pode ser explicado pelos mecanismos fisiológicos da palma forrageira que contribuem para menor variação na concentração de MS, como a cutícula espessa e estômatos com câmara subestomática profunda (Perrotta & Arambarri, 2018), corroborando para reduzir a perda de água dos cladódios para o meio ambiente.

A palma forrageira, independente do período de armazenamento, apresenta teores baixos de matéria seca (63 ± 83 g/kg), o que implica fornecimento de outras fontes para o atendimento das necessidades animal (Dubeux JR *et al.*, 2010).

Em relação ao teor de PB, observou-se teores médios de 68 mg/kg MS, com variações estatísticas aumentaram aos 8 dias de armazenamento. Segundo Rotz e Abrams (1988), o aumento da concentração no teor de proteína ocorre pela perda de teores não proteicos. Cavalcante *et al.* (2014) observaram valores de proteína bruta para palma cv. Miúda de 43,1 g kg⁻¹, teor baixo de PB.

O teor de EE apresentou média de 35,75 g/kg MS, com variação aos 16 e 48 dias de armazenamento, com 21 e 23 g/kg MS, respectivamente, enquanto nos outros períodos de armazenamento pós-colheita houve constância nos teores de EE. Os fatores externos podem ter sido o motivo destas variações, já que no dia 16 (Figura 5) apresentou a maior temperatura externa e interna do galpão e já aos 48 dias (Figura 6) apresentou o dia de maior teor de umidade. E os lipídios são mais suscetíveis à degradação químicas, ou seja, oscilações no teor de MS, temperatura e umidade afetam o teor de EE (Ramírez Ordoñez *et al.*, 2019).

Os teores de MM, MO e CT, não tiveram diferenças estatísticas, um dos motivos pode ser o desenvolvimento da palma miúda colhida com 1 ano, esse genótipo apresenta um desenvolvimento acelerado alcançando mais rápido o estágio de maturidade fisiológica que confere maior resistência ao ser submetida a estresse (Sampaio *et al.*, 2022).

Além das próprias características intrínsecas da palma forrageira que possibilita que o armazenamento pós-colheita não afete alguns aspectos da composição ao decorrer do tempo. Santos *et al.* (1992) observaram o período de armazenamento pós-colheita não resultou em diferença estatísticas significativas na composição química da forragem das cultivares gigante, redonda e Miúda durante até 16 dias de armazenamento.

Para os teores de CNF, observou-se variação de 231 a 322 g/kg MS aos 0 e 40 dias respectivamente, após este período houve reduções significativas registrando-se 67 g/kg MS aos 56 dias. A diminuição de CNF após 40 dias pode ser atribuída ao surgimento de brotos

durante o período de armazenamento pós-colheita, tendo um efeito de diluição, já que brotos são pobres em carboidratos estruturais (Silva *et al.*, 2013). Além disso, a diminuição dos carboidratos pode ser atribuída à utilização de reservas, por demandar energia para formação destes brotos (Hidalgo, 1993).

Em contrapartida, os teores de CSA variaram de 58 a 75 mg/kg MS aos 0 e 56 dias, respectivamente. Apresentando diminuição dos teores de CSA durante o período posterior a 40 dias pós-colheita, isso pode ser devido a condições ambientais desfavoráveis que levam à perda de carboidratos solúveis através da respiração celular contínua para se equilibrar, pela alta umidade relativa do ar (Coblentz *et al.*, 2009). Porém, os teores estabeleceram aos 40 dias pós-colheita, provavelmente pelo surgimento dos novos brotos que apresentam maior teor de CSA, para auxiliar no seu desenvolvimento.

Em relação à composição química da parede celular da *Opuntia cochenillifera* (L.) Mill cv. Miúda (Tabela 3), houve diferença significativa para os valores de FDN, FDA, LDA, Hemicelulose e Celulose.

Tabela 3. Composição dos componentes fibrosos da *Opuntia cochenillifera* (L.) Mill cv. Miúda em diferentes períodos de armazenamento pós-colheita, Garanhuns/PE

Período de armazenamento (dias)	FDN	FDA	LDA	Hemicelulose	Celulose
	----- g/kg MS -----				
0	534 ab	122 ab	0,03 c	411 a	122 b
8	415 bcd	115 b	0,06 bc	300 b	115 b
16	414 c	127 ab	0,05 bc	286 b	131 ab
24	377 cd	154 ab	0,03 c	236 bc	164 ab
32	293 d	138 ab	0,12 a	156 c	138 ab
40	316 cd	142 ab	0,08 ab	175 c	142 ab
48	568 a	161 ab	0,09 ab	388 a	161 ab
56	644 a	176 a	0,12 a	468 a	176 a
<i>p</i>	0,0001	0,0289	0,0001	0,0001	0,0145

MS: matéria seca; FDN: fibra em detergente neutro; FDA: fibra em detergente ácido; LDA: lignina em detergente ácido. Letras minúsculas diferentes na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

De forma geral, foi observado que o aumento aos 48 dias para os teores de FDN e LDA. O que implica que até 40 dias de armazenamento, a planta apresentou menores teores de FDN e possivelmente menores teores de lignina (BALSALOBRE *et al.*, 2003). Enquanto o FDA, manteve-se relativamente constante, com redução apenas aos 8 dias. A palma por apresentar baixos teores de fibra, como observado neste trabalho resulta na necessidade de fornecer esse alimento associado a outras fontes de fibra (Silva *et al.*, 2022; Nascimento Junior *et al.*, 2022). Já os teores de LDA, tem redução até o período de 32 dias e posterior

concentração, essas flutuações acontecem em decorrência das concentrações ou redução de outros teores.

A Hemicelulose apresentou redução no período de 8 dias de armazenamento e têm aumento posterior aos 48 dias. Já a Celulose, apresentou menores teores até 8 dias pós-colheita, após esse período ocorreu aumento neste teor e constância nos demais dias de armazenamento. Cavalcante *et al.* (2014) os valores para hemicelulose (73,8, 77,3 e 128,4 g kg⁻¹) e Celulose (156,7, 140,2 e 164,0 g kg⁻¹), respectivamente para Gigante, Redonda e Miúda.

Não observou - se efeito significativo dos tratamentos experimentais para os teores de taninos condensados e dos fenóis totais da *Opuntia cochenillifera* (L.) Mill cv. Miúda (Tabela 4), com média de 31,73 e 31,83 mg g⁻¹ para taninos condensados e fenóis totais, respectivamente.

Tabela 4. Concentração de taninos condensados e fenóis totais (mg g⁻¹) da *Opuntia cochenillifera* (L.) Mill cv. Miúda, conforme períodos de armazenamento pós-colheita, Garanhuns/PE

Período de armazenamento (dias)	Taninos Condensados	Fenóis Totais
	mg g ⁻¹	
0	31,15	31,15
8	30,46	30,55
16	30,98	31,24
24	31,62	31,70
32	32,61	32,67
40	32,92	32,84
48	32,13	32,26
56	32,01	32,22
<i>P</i>	0,0521	0,0913

De acordo com Silva *et al.* (2011), o teor de compostos fenólicos totais e taninos condensados encontrados para palma cv. *O. ficus-indica* foi de 168 e 120 mg/100g de catequina, sendo considerado abaixo do nível considerado prejudicial aos animais. No presente trabalho o valor encontrado possivelmente também não interfere negativamente no animal.

4.2. Palma forrageira cv Orelha de Elefante Mexicana

Houve efeito significativo para os teores de MS, MM, CNF e CSA da *Opuntia stricta* (Haw.) Haw. (Tabela 5), enquanto para os teores de PB, EE, MO e CT, não se observou efeito significativo.

Tabela 5. Composição química da *Opuntia stricta* (Haw.) Haw cv. Orelha de Elefante Mexicana em diferentes períodos de armazenamento pós-colheita, Garanhuns/PE

Período de armazenamento (dias)	MS	PB	EE	MM	MO	CT	CNF	CSA
	mg/kg MN			g/kg MS				mg/kg MS
0	103 abc	54	41	135 b	811	736	228 ab	222.5 a
8	91 bc	56	20	167 ab	833	751	317 ab	114 bcd
16	101 abc	54	19	168 ab	832	753	308 ab	172 ab
24	111 a	62	32	187 a	813	678	281 ab	61 d
32	88 c	58	25	173 ab	826	743	329 ab	57 d
40	94 bc	57	28	187 a	813	732	370 a	79 cd
48	103 abc	64	27	192 a	808	704	201 b	142 bc
56	106 ab	57	18	179 a	821	740	191 b	165 ab
<i>p</i>	0,0416	0,1815	0,0509	0,0019	0,8800	0,529	0,0167	0,0001

MN: matéria natural; MS: matéria seca; PB: proteína bruta; EE: extrato etéreo; MM: matéria mineral; MO: matéria orgânica; CT: carboidratos totais; CNF: carboidratos não fibrosos; CSA: carboidratos solúveis em água.

Letras minúsculas diferentes na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Para o teor de MS, observou-se redução aos 32 dias e posterior aumento, com um mínimo aos 32 dias e máximo aos 24 e 56 dias pós-colheita. Essa variação pode ser relacionada com o ambiente e com as variações nas temperaturas interna e externas do galpão. Devido a essas oscilações afetarem a evapotranspiração dos cladódios armazenados, à medida que o período de armazenamento aumentou (Santos *et al.*, 2024). O baixo teor de MS da palma é um aspecto relevante desse alimento, considerando o atendimento da necessidade de água dos animais (Cardoso *et al.*, 2019), notadamente nos períodos de seca. Já a proteína bruta foi em média de 57,75 g/kg MS durante o armazenamento pós-colheita,

Para teor de MM, observou-se a diferença significativa apenas no tempo 0 (controle), e os demais períodos não diferiram entre si. Enquanto os teores de MO e CT não apresentaram diferenças estatísticas durante todo período pós-colheita de 56 dias.

Já o teor de CNF, apresentou similaridade estatística até os 40 dias pós-colheita, observando-se redução apenas aos 48 e 56 dias pós-colheita. A redução aos 48 dias indica aumento dos constituintes da parede celular, apontando uma digestibilidade mais lenta (Balsalobre *et al.*, 2003)

Essas pequenas diferenças na composição dos cladódios da palma indicam que as características morfológicas da planta e seu metabolismo CAM possibilitam a constância dos teores sem perdas significativas durante o armazenamento de até 56 dias (Sampaio *et al.*, 2022). Silva *et al.* (2017) observaram que a palma forrageira Orelha de Elefante Mexicana manteve o valor nutritivo até 21 dias de armazenamento.

Para os teores de CSA, verificou-se diminuição ao longo do tempo pós-colheita, com valores mínimos aos 24, 32 e 40 dias. Essa redução pode ter ocorrido devido a um aumento da respiração da palma durante esses períodos, ocasionado por algum estresse externo. Os teores de CSA por ser mais suscetível a aumento da atividade metabólica sofre degradação e reduz (Coblentz *et al.*, 2009).

Foi observado efeito significativo para os teores de FDN, FDA, LDA e Celulose na composição química da parede celular da *Opuntia stricta* (Haw.) Haw. (Tabela 6).

Tabela 6. Composição dos componentes fibrosos da *Opuntia stricta* (Haw.) Haw cv. Orelha de Elefante Mexicana em diferentes períodos de armazenamento pós-colheita, Garanhuns/PE

Período de armazenamento (dias)	FDN	FDA	LDA	Hemicelulose	Celulose
	----- g/kg MS -----				
0	508 abc	146 a	0,06 bc	376	189 a
8	475 abc	105 ab	0,03 c	349	106 bc
16	445 abc	97 ab	0,04 c	363	97 c
24	429 bc	114 ab	0,06 bc	283	97 c
32	590 a	94 b	0,15 a	288	106 bc
40	391 c	118 ab	0,14 ab	215	118 bc
48	503 abc	139 ab	0,10 abc	364	139 b
56	579 ab	121 ab	0,12 abc	458	121 b
<i>P</i>	0,0026	0,0185	0,0001	0,0053	0,0001

MS: matéria seca; FDN: fibra em detergente neutro; FDA: fibra em detergente ácido; LDA: lignina digerida em ácido. Letras minúsculas diferentes na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

O teor de FDN e FDA diferiram estatisticamente, porém bem similares entre si. Com diferenças aos 24, 32 e 40 dias de armazenamento o FDN e para o FDA diferenças aos 32 dias. Apresentando teores médios de FDN e FDA de 490 e 116,75 g/kg MS respectivamente.

Para os teores de hemicelulose, não apresentou diferença significativa, mantendo o teor constante. Já a celulose tem maior concentração tempo 0 (controle), e uma redução posterior aos 8 dias, se mantendo constante com pequenas flutuações, pelo resto do período de armazenamento.

Esta redução e concentrações nos períodos 32 e 40 dias podem ser influenciadas pela perda de outras frações, como a hemicelulose e celulose, considerando que planta vai usar as

reservas de substratos acumuladas ao longo do seu desenvolvimento para continuar com a atividade respiratória (Chitarra, 2005; Pereira, 2022).

Não se observou efeitos significativos nos teores de taninos condensados e dos fenóis totais da *Opuntia stricta* (Haw.) Haw. (Tabela 7), com média de 31,30 e 31,31 mg g⁻¹ para taninos condensados e fenóis totais, respectivamente.

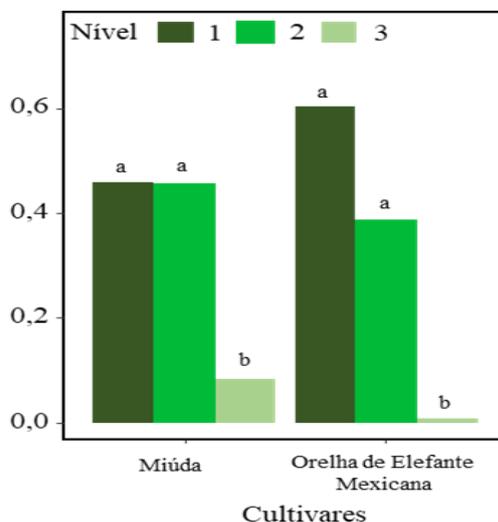
Tabela 7. Concentração de taninos condensados e fenóis totais (mg g⁻¹) da *Opuntia stricta* (Haw.) Haw cv. Orelha de Elefante Mexicana em diferentes períodos de armazenamento pós-colheita, Garanhuns/PE

Período de armazenamento (dias)	Taninos Condensados	Fenóis Totais
	mg g ⁻¹	
0	30,55	30,56
8	30,72	30,77
16	30,77	30,8
24	31,03	31,01
32	31,98	31,89
40	31,49	31,42
48	31,21	31,33
56	32,69	32,73
<i>P</i>	0,483	0,4735

4.3. Índice de apodrecimento

Foi observado efeito significativo para o nível de apodrecimento e a probabilidade de apodrecimento e período de armazenamento pós-colheita das palmas (Figura 9).

Figura 10. Índice de apodrecimento da *Opuntia cochenillifera* (L.) Mill cv. Miúda e de *Opuntia stricta* (Haw.) Haw cv. Orelha de Elefante Mexicana, em função do tempo de armazenamento de 56 dias.



Letras minúsculas diferentes indicam uma diferença significativa ($p < 0,05$) de acordo com o teste de Tukey.

Em relação da (figura 10) os cultivares, a palma Miúda apresentou maior apodrecimento (nível 2 e 3), enquanto a Orelha de Elefante Mexicana apresentou menor apodrecimento (nível 1). A maior deterioração nível 2 e 3 observada no cultivar da Miúda pode estar associada à maior concentração de carboidratos, em comparação com o cultivar Orelha de Elefante Mexicana (Vieira *et al.*, 2022). Tendo um apodrecimento progressivo dos cladódios por ser uma cactácea com grande percentual de água, o que facilita a contaminação microbiológica (Vieira *et al.*, 2022). Corroborando com Santos *et al.* (2024), que observaram degradação crescente com aumento principalmente aos 32 dias, apresentando nível 3, que aumentou no decorrer do tempo.

Segundo Santos *et al.* (2024), ocorreu maior deterioração no cultivar Miúda com (até 4,7), ao comparar com o cultivar 'IPA-20' (até 3,2), sendo recomendado armazenamento do cultivar miúda até 32 dias em decorrência desta deterioração, além de terem observado que esse cultivar atraia mais insetos pela palatabilidade dessa cultivar.

Além disso, a morfologia pode influenciar na deterioração dos cladódios de Orelha de Elefante Mexicana maiores que os da Miúda, considerando com observações das pilhas, que as pilhas de Orelha de Elefante Mexicana, possuíam maior aeração na sobreposição dos cladódios, quando comparado à observação visual da pilha da Miúda, que os cladódios permaneciam sobrepostos, com menor aeração.

Outro fator é a quantidade de estômatos de cada cultivar, a palma forrageira do gênero *Opuntia* (OEM) possui em média 10 a 30 estômatos por mm² de superfície e uma epiderme mais espessa, enquanto as do gênero *O. cochenilifera* (Miúda) possui 50 estômatos por mm², esta diferença pode aumentar a exposição para o meio externo, tornando a *O. cochenilifera*, mais suscetível a transpiração e perda de água (De La Barrera e Nobel, 2004; Sampaio *et al.*, 2022).

O crescimento é outro aspecto para observação, os cladódios são de diferentes gêneros e foram colhidos com mesma idade. O desenvolvimento da miúda é mais acelerado, em contrapartida o desenvolvimento de Orelha de Elefante Mexicana é lento, porém produz um cladódio maior que a miúda. Segundo Pereira (2022), cladódios maiores tem maior massa fresca, menor taxa de respiração aumentando a vida útil no armazenamento pós-colheita. Assim, considerando que a atividade respiratória tende a diminuir com o crescimento dos cladódios devido à maturação, pois durante este processo a taxa CO₂ aumenta e diminui o O₂ (Pigozzi *et al.*, 2020), a maior concentração de O₂ irá implicar em maior degradação vegetal (Renato *et al.*, 2018).

O manejo da palma forrageira por consistir na colheita diária, encarece o custo de produção. Assim, o armazenamento pós-colheita de palma serve como uma alternativa de manejo para reduzir custo de produção, sendo simples e fácil de aplicar para pequenos e grandes produtores.

5. CONCLUSÃO

A palma forrageira cv. Miúda pode ser armazenada até 32 dias pós-colheita, sem comprometimento dos teores nutricionais, apresentando baixa variação na composição química e menor índice de apodrecimento aos 32 dias.

A palma forrageira cv. Orelha de Elefante Mexicana pode ser armazenada até 56 dias pós-colheita, sem comprometimento dos teores nutricionais, além de possuir menor nível de deterioração até 56 dias pós-colheita.

O armazenamento pós-colheita da palma forrageira serve como uma estratégia de conservação de baixo custo, que produtores de pequeno, médio e grande porte podem aderir para redução de custo de transporte e manejo, para conseguir reduzir os custos e com menor índice de apodrecimento.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- A.B.I.E.C. **Associação Brasileira das Indústrias Exportadoras de Carnes**. Beef Report Perfil da pecuária no Brasil – ABIEC – APEX Brasil – Brazilian Beef; São Paulo – SP/Brasil, 49p, 2020.
- AHUMADA, L.; MONTENEGRO, G.; TRILLO, C.; UÑATES, D.; BERNARDELLO, G.; LAS PEÑAS, M. L. **Cytogenetics of tuna in Argentina** (two forms of *Opuntia ficus-indica* (L.) Mill. and *O. robusta* J. C. Wendl, Cactaceae). Genetic Resources and Crop Evolution, v.67, p.645-654, 2020
- ALVARES, CLAYTON ALCARDE.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. D. M.; SPAROVEK, G. **Köppen's climate classification map for Brazil**. Meteorologische Zeitschrift, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013.
- AOAC: Official Methods of Analysis. In Arlington, USA: AOAC International, 1990.
- ARREOLA-NAVA, H. J.; CUEVAS-GUZMÁN, R.; GUZMÁN-HERNÁNDEZ, L.; GONZÁLEZ-DURÁN, A. ***Opuntia setocarpa*, uma espécie nueva de nopal del occidente de México**. Revista Mexicana de Biodiversidade, v.88, p.792-797, 2017.
- BALSALOBRE, M. A. A.; CORSI, M.; SANTOS, P. M.; VIEIRA, I.; CÁRDENAS, R. R. **Composição química e fracionamento do nitrogênio e dos carboidratos do capim-tanzânia irrigado sob três níveis de resíduo pós-pastejo**. Revista Brasileira Zootecnia, v.32, n.3, p.519-528, 2003.
- BARBERA, G. History, economic and agro-ecological importance. In: BARBERA, G.; INGLESE, P.; PIMIENTA-BARRIOS, E. **Agro-ecology, cultivation and uses of cactus pear**. FAO Plant Production and Protection Paper, v.132, p.1-11, 1995.
- BARBOSA, M. L.; SILVA, T. G. F. D.; ZOLNIER, S.; SILVA, S. M. S.; FERREIRA, W. P. M. **Environmental variables influencing the expression of morphological characteristics in clones of the forage cactus**. Revista Ciência Agronômica, v.49, p. 399-408, 2018.
- BEZERRA NETO, E.; BARRETO, L. P. **Análises Químicas e Bioquímicas em Plantas**. Editora Universitária da UFRPE, Recife, 267p, 2011.
- BRANDÃO, A. O.; EUSTÁQUIO FILHO, A. **Palma forrageira na alimentação de ruminantes: revisão**. Recital - Revista de Educação, Ciência e Tecnologia de Almenara/MG, v. 2, n. 3, p. 83–101, 2021.
- CARDOSO, D. B.; CARVALHO, F. F. R.; MEDEIROS, G. R.; GUIM, A.; CABRAL, A. M. D.; VERAS, R. M. L.; SANTOS, K. C.; DANTAS, L. C. N.; NASCIMENTO, A. G. O. **Níveis de inclusão de palma forrageira (*Nopalea cochenillifera* Salm Dyck) na dieta de cordeiros**. Ciência e Tecnologia da Alimentação Animal, v.247, p.23- 31, 2019
- CARVALHO, C. B. M.; EDVAN, R. L.; NASCIMENTO, K. S.; NASCIMENTO, R. R.; BEZERRA, L. R.; JÁCOME, D. L. S.; SANTOS, V. L. F.; SANTANA J. Hermógenes Almeida de. **Methods of storing cactus pear genotypes for animal feeding**. African Journal of Range & Forage Science, v. 37, n. 2, p. 173-179, 2020.

- CAVALCANTE, L. A. D.; SANTOS, G. R. A.; SILVA, L. M.; FAGUNDES, J. L.; SILVA, M. A. **Respostas de genótipos de palma forrageira a diferentes densidades de cultivo.** Pesquisa Agropecuária Tropical, v.44, n.4, p.424-433, 2014.
- CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manuseio.** Lavras: UFLA. 785p, 2005.
- CIRINO JUNIOR, B.; LEITE, M. L. D. M. V.; SILVA, F. E. D.; ALVES, C. P.; OLIVEIRA, A. C. D.; EUGÊNIO, D. D. S. **Initial growth of forage cactus clones at different potassium fertilization levels.** Ciência Animal Brasileira, v. 23, p. e70836, 2022.
- COBLENTZ, W. K.; HOFFMAN, P. C. **Efeitos do aquecimento espontâneo na composição da fibra, na digestibilidade da fibra e na cinética de desaparecimento in situ da fibra em detergente neutro para fenos de alfafa ou capim.** Journal Dairy Science, v.92, n.6, p.2875-2895, 2009.
- CORREDDU, F.; LUNESU, M. F.; BUFFA, M. F.; ATZORI, A. S.; NUDDA, A.; BATTACONE, G.; PULINA, G. **Can agro-industrial by-products rich in polyphenols be advantageously use in the feeding and nutrition of dairy small ruminants?** Animals, v.10, n.1, p.131, 2020.
- CUNHA, M. V.; SANTOS, D. C.; FERRAZ, A. P. F.; LIRA, M. A. **Melhoramento da Palma forrageira.** In: SANTOS, M.V.F.; CARVALHO, F.F.R.; FERREIRA, M.A. (eds.). Palma forrageira: potencial e perspectivas. Suprema Gráfica: Recife-PE. 2a Edição. p. 43-62, 2022.
- DE LA BARREIRA, E.; NOBEL, P. S. **Carbon and water relations for developing fruits of *Opuntia ficus-indica* miller, including effects of drought and gibberellic acid.** Journal of Experimental Botany, v.55, n.397, p.719-729, 2004.
- DUBEUX JR, J. C. B.; ARAÚJO FILHO, J. T.; SANTOS, M. V. F.; LIRA, M. A.; SANTOS, D.C.; PESSOA, R. A. S. **Adubação mineral no crescimento e composição mineral da palma forrageira - Clone IPA-20.** Revista Brasileira de Ciências Agrárias, v.5, n.1, p.129-135, 2010.
- FERRAZ, A. P. F. **Avaliação de clones de palma forrageira no Agreste e Sertão de Pernambuco.** Tese (Doutorado) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Universidade Federal do Ceará, Universidade Federal da Paraíba, Programa de Doutorado Integrado em Zootecnia, Recife, BR-PE, 148p, 2018.
- FERREIRA, M. A., SILVA, F. M., BISPO, S. V.; AZEVEDO, M. **Estratégias na suplementação de vacas leiteiras no semi-árido do Brasil.** Revista Brasileira de Zootecnia, v. 38, p. 322-329, 2009.
- FONSECA, V. A.; DONATO, S. L.; SANTOS, M. R. D.; SILVA, J. A. D.; OLIVEIRA, C. M.; BATISTA, R. D. S. **Morphometry and yield of ‘Gigante’ forage cactus pear under irrigation and different planting densities.** Revista Caatinga, v. 36, p. 690-701, 2023.
- FRACK, N.; PRAT, L. IN: INGLESE, P.; MONDRAGON, C.; NEFZAOU, A.; SAENZ, C. **Morphology and anatomy of platyopuntiae.** In: INGLESE, P.; MONDRAGON, C.; NEFZAOU, A.; SAENZ, C. (eds.). Crop ecology, cultivation and uses of cactus pear: CAM crops for a hotter and drier world. FAO, International Center for Agricultural Research in the Dry Areas, Rome. p. 22-39, 2017.

FROTA, M. N. L.; CARNEIRO, M. D. S.; CARVALHO, G. M. C.; ARAÚJO N. R. B.; CARNEIRO M. S. S. **Palma forrageira na alimentação animal**, Doc 233, Embrapa, 48p. 2015.

GRIFFITHS, H.; MALES, J. **Succulent plants**. *Current Biology*, v.27, n.17, p.R853-R909, 2017.

HERRERA-ÂNGULO, A. M.; FERREIRA, M. A.; MELLO A. C. L. **Viabilidade Econômica do cultivo de palma forrageira Orelha de elefante mexicana em Pernambuco**. In: SANTOS, M.V.F.; CARVALHO, F.F.R.; FERREIRA, M.A. (eds.). *Palma forrageira: potencial e perspectivas*. Suprema Gráfica: Recife-PE. 2a Edição. p. 357 – 381, 2022.

HIDALGO, L. **Tratado de viticultura general**. Madrid: Ediciones MundiPrensa, p. 983, 1993.

IBGE - **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**, 2019.

IBGE – **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**, Brasil, Censo: População e Domicílios, 2022.

IBGE – **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. Brasil, Grandes Regiões e Unidades da Federação. – Rio de Janeiro, 2017.

IBGE - **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. Pesquisa da Pecuária Municipal, 2021.

LÓPEZ-PALACIOS, C.; PEÑA-VALDIVIA, C. B. **Screening of secondary metabolites in cladodes to further decode the domestication process in the genus *Opuntia* (Cactaceae)**. *Planta*, v. 251, n.74, p.2-14, 2020.

MACEDO JÚNIOR, G. L. **Qualidade da fibra para a dieta de ruminantes**. *Ciência Animal*, v.17, n.1, p.7-17, 2007.

MACÊDO, S. A. J.; CESAR NETO, J. M.; OLIVEIRA, L. B.; EDVAN, R. L.; SANTOS, E. M. **A cultura da palma, origem, introdução, expansão, utilidades e perspectivas futuras: revisão de literatura**. *Brazilian Journal of Development*, v. 6, n. 8, p. 62967-62987, 2020.

MAGALHÃES, A. L. R.; TEODORO, A. L.; OLIVEIRA, L. P.; GOIS, G. C.; CAMPOS, F. S.; ANDRADE, A. P.; MELO, A. A. S.; NASCIMENTO, D. B.; SILVA, W. A. **Chemical composition, fractionation of carbohydrates and nitrogen compounds, ruminal degradation kinetics, and in vitro gas production of cactus pear genotypes**. *Ciência Animal Brasileira*, v.22, p. e-69338, 2021.

MERTENS, D. R. Regulation of forage intake. In: FAHEY, G.C. Jr.; COLLINS, M.; MERTENS, D. R. (Eds.) **Forage quality, evaluation and utilization**. Madison: 1994. p.450-493.

MOOSAZADEH, E.; AKHGAR, M. R.; KARIMINIK, A. **Chemical composition and antimicrobial activity of *Opuntia stricta* F. essential oil**. *Journal of Biodiversity and Environmental Sciences*. v.4, p.94-101, 2014.

NASCIMENTO JÚNIOR, J. R. S.; MAGALHÃES, A. L. R.; SOUSA, D. R.; BEZERRA, J. D. C.; MELO, A. A. S.; GOIS, G. C.; CAMPOS, F. S.; SANTOS, K. C.; PEREIRA, K. D.;

AZEVEDO, O. S.; SANTOS, L. M. **Bean meal and cactus pear in Santa Inês lamb rations for meat production: Intake, digestibility, performance, carcass yield, and meat quality.** Spanish Journal of Agricultural Research, v. 20, n. 2, p. e0602-e0602, 2022.

NEVES, F. L.; SPINOLA, A. M.; SPÍNOLA, A. M.; NEVES, J. D. C.; KÜSTER, I. S.; FIGUEIREDO, M. R. P.; OLIVEIRA, F. S.; OLIVEIRA, E. F.; PEREIRA, S. L. **Cartilha: Palma-forrageira: opção e potencialidades para alimentação animal e humano em propriedades rurais do Estado do Espírito Santo.** Publicado em Vitória, ES: Documentos, 276, Incaper, 2020.

NOBEL, P. S.; CAVELIER, J.; ANDRADE, J. L. **Mucilage in cacti: its apoplastic capacitance, associated solutes, and influence on tissue water relations.** Journal of Experimental Botany, v.42, n.5, p.641-648, 1992

OCHOA, M. J.; BARBERA, G. History and economic and agro-ecological importance. IN: INGLESE, P.; MONDRAGON, C.; NEFZAOU, A.; SAENZ, C. (eds.). **Crop ecology, cultivation and uses of cactus pear: CAM crops for a hotter and drier world.** FAO, International Center for Agricultural Research in the Dry Areas, Rome, p.02-12, 2017.

PEREIRA, U. D. S. **Caracterização físico-química e atividade respiratória de Cladódios de Palma (*Nopalea cochenilifera* (L.) Salm-Dyck.** Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Agronomia) - Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, Universidade Federal de Campina Grande, Pombal, Paraíba, Brasil, 28p, 2022.

PERROTTA, V. G.; ARAMBARRI, A. **Anatomía de los cladodios de *Opuntia* (Cactaceae) de la provincia de Buenos Aires, Argentina.** Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica, v.53, n.3, p.1-20, 2018.

PESSOA, R. M. S.; PESSOA, A. M. S.; COSTA, D. C. C. C.; AZEVÊDO, P. C. S.; GOIS, G. C.; CAMPOS, F. S.; LIMA, D. O. **Palma forrageira: Adubação orgânica e mineral.** Research, Society and Development, v. 11, n. 13, p. e12111334257-e12111334257, 2022.

PIGOZZI, M. T.; MENDES, F. Q.; CALDAS, J. N.; OLIVEIRA, I. R. N.; MORAES, A. R. F.; EUFRAZIO FILHO, F. A.; SOUSA, L. A. P.; SILVA, I. B. **Qualidade pós-colheita de Banana revestida com álcool polivinílico e amido.** Brazilian Journal of Development, v. 6, n. 10, p. 74637-74648, 2020.

RAMÍREZ ORDOÑES, S. S.; MEZA VILLALBAZO, V. M.; TREJO CÓRDOBA, A.; HERNÁNDEZ BAUTISTA, J.; VILLALOBOS VILLALOBOS, G. **Composição química e desaparecimento ruminal in situ de silagens de sorgo cultivadas no trópico úmido mexicano.** Revista da Faculdade de Ciências Agrárias. , v.51, n.2, p. 353-366, 2019.

RENATO, N.S.; SEDIYAMA, G. S.; SILVA, J. B. L.; PEREIRA, E. G. **Modelo fotossintético para simulação da produtividade do milho em condições de temperatura e CO2 elevados.** Revista Ciências Agrárias, v. 41, n.4, p.1067107, 2018.

ROCHA FILHO, R. R.; SANTOS, D. C.; VÉRAS, A. S. C. SIQUEIRA, M. C. B.; NOVAES, L. P.; MORA-LUNA, R.; MONTEIRO, C. C. F.; FERREIRA, M. A. **Can spineless forage cactus be the queen of forage crops in dryland areas?** Journal of Arid Environments, v.186, p.104426, 2021.

ROTZ, C. A.; ABRAMS, S. M. **Losses and quality changes during alfalfa hay harvest and storage.** Transactions of the Asae, v.31, n.2, p.350-354, 1988.

SAMAH, S.; PARDO, C.V.T.; CRUZ, M. A. S.; VALADEZ-MOCTEZUMA, E. **Genetic diversity, genotype discrimination, and population structure of mexican *Opuntia* sp., determined by SSR markers.** Plant Molecular Biology Reporter, v.34, p.146-159, 2016.

SAMPAIO, E. V. S. B.; SALES, A. T.; DUTRA, E. D.; MENEZES, R. S. C. **Morfologia e fisiologia das Palmas Forrageiras.** In: SANTOS, M.V.F.; CARVALHO, F.F.R.; FERREIRA, M.A. (eds.). Palma forrageira: potencial e perspectivas. Suprema Gráfica: Recife-PE. 2a Edição. p. 63-86, 2022.

SANTOS, D. C.; SANTOS, M. V. F.; FERRAZ, A. P. F.; DUBEUX JR, J. C. B.; TABOSA. J. N. **Importância da Palma forrageira para o Semiárido.** SANTOS, M.V.F.; CARVALHO, F.F.R.; FERREIRA, M.A. (eds.). Palma forrageira: potencial e perspectivas. Suprema Gráfica: Recife-PE. 2a Edição. p. 19 – 42, 2022.

SANTOS, D. C.; SILVA, M. C.; ALVES, F. A. L.; FREITAS, E. V. **Botânica e Cultivares.** In: DONATO, S.L.R.; BORÉM, A.; RODRIGUES, M.G.V. (Eds). Palma forrageira do Plantio à Colheita. 1 ed. Belo Horizonte: EPAMIG, p. 21-41, 2020.

SANTOS, M. V. F, SOUZA, R. T. A., CUNHA, M.V, MAGALHÃES, A. L. R.; SILVA D. S. **Potencial forrageiro de plantas da Caatinga** In: SANTOS, M. V. F.; NEIVA, J. M. N. (Ed).Culturas forrageiras no Brasil: uso e perspectivas, 2022 cap. 11, p. 285 - 313

SANTOS, M. V. F.; FARIAS, I.; LIRA, M. A.; MARIA, M.; NASCIMENTO, A.; SANTOS, D. C.; FILHO, J. J. T. **Colheita da palma forrageira (*Opuntia ficus-indica* MILL) cv. Gigante sobre o desempenho de vacas em lactação.** Revista Brasileira de Zootecnia, v.27, p.33-37, 1998.

SANTOS, M. V. F.; LIRA, M. A.; FARIAS, I.; BURITY, H. A.; TAVARES FILHO, J.J. **Efeito do período de armazenamento pós-colheita sobre o teor de matéria seca e composição química das palmas forrageiras.** Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.27, n.6, p.777-783, 1992.

SANTOS, M. V. F.; LIRA, M. A.; FARIAS, I.; BURITY, H. A.; TAVARES FILHO, J. J. **Efeito do período de armazenamento pós-colheita sobre o teor de matéria seca e composição química das palmas forrageiras.** Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.27, n.6, p.777-783, 1992.

SANTOS, M. V.F.; SANTOS, S. A.; GENRO, T. C. M.; DINIZ W. P. S.; CUNHA, M. V. **Pastagens nativas em diferentes ecossistemas.** In: SANTOS, M. V. F. (ed.). Pastagens tropicais: dos fundamentos ao uso sustentável. Recife: UFRPE, 2023. cap. 9, p. 259-287.

SANTOS, M. V.F.; SILVA, N. G. M.; DUBEUX JÚNIOR, J. C. B.; CUNHA, M. V.; SANTOS, D. C.; LIRA, M. A.; SILVA, N. V.; LEÃO NETO, J. M. C. **Effect of post-harvest storage on chemical composition and deterioration of cactus cladodes [*Opuntia ficus-indica* (L.) Mill and *Nopalea cochenillifera* Salm-Dyck].** Revista Brasileira de Ciências Agrárias, v. 19, n. 1, p. 1-11, 2024.

SCARANO, P.; NAVIGLIO, D.; PRIGIONIERO, A.; TARTAGLIA, M.; POSTIGLIONE, A., SCIARRILLO, R.; GUARINO, C. **Sustainability: obtaining natural dyes from waste**

matrices using the prickly pear peels of *Opuntia ficus-indica* (L.) Miller. *Agronomy*, v.10, p.528, 2020.

SCHEINVAR, L.; OLALDE-PARRA, G.; GALLEGOS-VÁZQUEZ, C. **Uma nueva especie del género *Opuntia* (Cactaceae) para el estado de Veracruz, México.** *Botanical Sciences*, v.93, p.1-8, 2015.

SENGER, C. C.; KOZLOSKI, G. V.; SANCHEZ, L. M. B.; MESQUITA, F. R.; ALVES, T. P.; CASTAGNINO, D. S. **Evaluation of autoclave procedures for fibre analysis in forage and concentrate feedstuffs.** *Animal Feed Science and Technology*, v.146 n.1-2, p.169-174, 2008.

SILVA, A. L. L.; ARAUJO, M.G.S.; BASTOS, M. L. A.; BERNARDO, T. H. L.; OLIVEIRA, J. F. S.; SILVA-JUNIOR, E. F.; SANTOS-JUNIOR, P. F. S.; ARAUJO, M. V.; ALEXANDRE-MOREIRA, M. S.; ARAÚJO-JÚNIOR, J. X.; VERISSIMO, R. C. S. **S Avaliação da atividade antibacteriana, citotóxica e antioxidante da espécie vegetal *Opuntia cochenillifera* (L.) Mill.** *Revista Brasileira de Plantas Mediciniais*, v.18, p.307-315, 2016.

SILVA, E. T. S.; MELO, A. A. S.; FERREIRA, M. A.; OLIVEIRA, J. C. V. D.; SANTOS, D. C. D.; SILVA, R. C.; INÁCIO, J. G. **Acceptability by Girolando heifers and nutritional value of erect prickly pear stored for different periods.** *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.52, p.761-767, 2017.

SILVA, J. A. **Palma forrageira cultivada sob diferentes espaçamentos e adubações química.** Tese (Doutorado em Zootecnia) - Programa de Pós-Graduação em Zootecnia - Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia. Vitória da Conquista. 78p, 2012.

SILVA, J. A.; BONOMO, P.; DONATO, S. L. R.; PIRES, A. J. V.; SILVA, F. F.; DONATO, P. E. R. **Composição bromatológica de palma forrageira cultivada em diferentes espaços e adubações químicas.** *Revista Brasileira Ciência Agrárias*, v.89, n.2, p.442-350, 2013.

SILVA, J. K. B.; ARAÚJO, G. G. L.; SANTOS, E. M.; OLIVEIRA, J. S.; CAMPOS, F. S.; GOIS, G. C.; SILVA, T. S.; MATIAS, A. G. S.; RIBEIRO, O. L.; PERAZZO, A. F.; ZANINE, A. M. **Performance of lambs fed total feed silage based on cactus pear.** *Revista Mexicana de Ciências Pecuárias*, v. 13, n. 1, p. 19-31, 2022.

SILVA, P. S. F. **Comportamento e caracterização de clones de palma forrageira sob diferentes condições de cultivo.** Tese (Doutorado) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Recife, PE, 103p, 2019.

SILVA, V.L.; COSTA, L.S.; BASTOS, M.P.V.; FACURI, L. M. A. M.; RÊGO JÚNIOR, N. O.; SILVA, M. D. **Forrage palm round meal (*Opuntia ficus*) chemistry physical and biochemical characterization, fed to ruminants.** *Pubvet*, v.5, p.999-1002, 2011.

SNIFFEN, C. J.; O'CONNOR, J. D.; VAN SOEST, P. T.; FOX, D. G.; RUSSELL, J. B. **A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II. Carbohydrate and protein availability.** *Journal of Animal Science*, v.70, n.11, p.3562-3577, 1992.

SOUTO FILHO, L. T. **Morfologia, produtividade e composição química da palma orelha de elefante mexicana sob adubação e frequência de colheita.** Tese (Programa de Pós-Graduação em Zootecnia) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife. 67p, 2020.

SOUZA, J. T. A.; RAMOS, J. P.; MACEDO, A. J. DA S.; VIANA, J. A.; CARTAXO, F. Q.; ORESCA, D.; DE OLIVEIRA, F. G. **Crescimento e produtividade de genótipos de palma forrageira no Semiárido Paraibano**. Tecnologia & Ciência Agropecuária, v.12, n.3, p.37-42, 2018.

SUDENE – **Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste** e INSA - **Instituto Nacional do Semiárido**. Publicação de documento do projeto de desenvolvimento de equipamento que possibilite a colheita da palma forrageira e transporte para o local de fornecimento aos animais, 2020. 14p.

USDA - **Agricultural Research Service, National Plant Germplasm System**. 2024. Germplasm Resources Information Network (GRIN Taxonomy). National Germplasm Resources Laboratory, Beltsville, Maryland, 2024.

VAN SOEST, P. J.; ROBERTSON, J. B.; LEWIS, A. SYMPOSIUM: **Carbohydrate methodology, metabolism, and nutritional implications in dairy cattle**. Journal of Dairy Science, v.74, n.10, p.3583-3597, 1991.

VIEIRA, D. D. S.; OLIVEIRA, J. S. D.; SANTOS, E. M.; SANTOS, B. R. C. D.; PINTO, L. F. B.; ZANINE, A. D. M.; COELHO, D. F. O.; SOBRAL, G. C.; LEITE, G. M.; SOARES, R. L.; SANTOS, F. N. S.; SANTOS, M. A. C.; VIANA, N. B.; TORRES JR., P. C.; GOMES, P. G. **Microbiological composition of diets of cactus pear-based with increasing levels of buffel grass hay and relationship to nutritional disorders in sheep**. Animals, v.12, n.4, p. e500, 2022.

YANG, L.; LU, M.; CARL, S.; MAYER, J.A.; CUSHMAN, J. C.; TIAN, E.; LIN, H. **Biomass characterization of Agave and *Opuntia* as potential biofuel feedstocks**. Biomass and Bioenergy, v.76, p.43-53, 2015.