



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO  
UNIDADE ACADÊMICA DE SERRA TALHADA  
CURSO DE BACHARELADO EM ZOOTECNIA

MONOGRAFIA

Manejo de colheita de clones de palma forrageira em  
consórcio com pornunça

Antonio Dennys Melo de Oliveira

2022



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO  
UNIDADE ACADÊMICA DE SERRA TALHADA  
CURSO DE BACHARELADO EM ZOOTECNIA

MONOGRAFIA

**Manejo de colheita de clones de palma forrageira em consórcio com pornunça**

Antonio Dennys Melo de Oliveira  
**Graduando**

Prof. Dr. Mauricio Luiz de Mello Vieira Leite  
**Orientador**

Serra Talhada – PE  
Setembro de 2022

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação  
Universidade Federal Rural de Pernambuco  
Sistema Integrado de Bibliotecas  
Gerada automaticamente, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

---

A635TCC m Melo de Oliveira, Antonio Dennys  
Manejo de colheita de clones de palma forrageira em consórcio com pornunça / Antonio Dennys Melo de Oliveira. -  
2022.  
61 f. : il.

Orientadora: Mauricio Luiz de Mello Vieira Leite.  
Inclui referências.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, , Serra Talhada, 2022.

1. Intensidade de corte. 2. Semiárido brasileiro . 3. Sistemas de cultivo. I. Leite, Mauricio Luiz de Mello Vieira,  
orient. II. Título

CDD



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO  
UNIDADE ACADÊMICA DE SERRA TALHADA  
CURSO DE BACHARELADO EM ZOOTECNIA

ANTONIO DENNYS MELO DE OLIVEIRA  
Graduando

Monografia submetida ao Curso de Zootecnia como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Zootecnia

Aprovada em 26/09/2022

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Mauricio Luiz de Mello Vieira Leite  
**Orientador**

Prof. Dr. Vicente Imbroisi Teixeira  
**Examinador**

Prof. Dr. Leandro Ricardo Rodrigues de Lucena  
**Examinador**

## Dedicatória

A Deus, pai de todo o mundo e minha grande força nas horas mais difíceis!

A minha mãe (Sirlene) e meu pai (Baltazar), meus avós (Anisia e Alexandre) pelo amor e apoio incondicional em todos os momentos. Dedico também a minha segunda mãe, Antonina, pelo amor e carinho comigo, desde sempre.

Ofereço também essa monografia, *in memória* de Maria Estela Melo da Silva (Avó materna), Alberto Lucas da Silva (Avô Materno), Gonsalo Soares de Oliveira (Tio Avô), Emidio Soares (Tio Avô), Alberto Soares (Tio Avô), vocês sempre fizeram parte da minha vida, e certamente onde estiverem estão sempre intercedendo por mim.

Ao meu orientador Prof. Dr. Maurício Luiz de Mello Vieira Leite, por todo o apoio e dedicação durante toda a minha graduação.

## **Agradecimentos**

A Deus por proporcionar esse momento!

Ao meu pai (Baltazar) e minha mãe (Sirlene), pelo apoio, carinho e dedicação e também por acreditarem neste sonho, amo vocês!

Agradeço também aos meus queridos amigos (as), que se tornaram a minha segunda família em Serra Talhada, por todos os momentos vividos e por sempre estarem ao meu lado: Jessica Sobral, Álefe Chagas, Fredson Luan e Igor Masterson. Agradeço também, a todos os outros amigos (as) de turma (Hugo, Marcelo, Gabriel, Renan, Izabel e Catriel), aos quais aprendi muito com todos durante esse período de graduação.

Ao meu orientador e amigo, professor Maurício Luiz de Mello Vieira Leite, por todos os conselhos, críticas, elogios, comprometimento durante a orientação e parceria profissional. O senhor é um exemplo de pessoa e de profissional! Que Deus abençoe o senhor sempre!

Gratidão ao professor Marco Aurélio Carneiro de Holanda, que se tornou um grande amigo durante a graduação! Grato por todos os ensinamentos e críticas, o senhor é um exemplo de Zootecnista, muito obrigado por tudo! Agradeço da mesma forma, a professora Mônica Calixto Ribeiro de Holanda, na qual estendo as mesmas palavras e cumprimentos, como reconhecimento de sua ética e comprometimento profissional, que foram fundamentais para minha formação profissional.

Nesse momento, também agradeço a professora Ana Maria Duarte Cabral, por todos os ensinamentos, críticas e também por ser um exemplo de conduta profissional. Com ela aprendi muito, durante todo o período em que fui orientado pela mesma. Que Deus abençoe imensamente, a vida da senhora e de toda sua família!

Agradeço também, ao professor Leandro dos Santos, pois foi à pessoa responsável por grande parte da minha evolução profissional dentro da Universidade, durante o período em que fui orientado na monitoria da disciplina de Anatomia Animal. Gratidão meu amigo, que Deus te abençoe.

Muito obrigado ao professor Leandro Ricardo Rodrigues de Lucena, pelo apoio na estatística da presente pesquisa, assim como por todos os ensinamentos durante a graduação.

Levo meus agradecimentos, a todos os colaboradores da UAST em nome de Cícero Lopes de Barros, Dona Socorro, Cicero (Setor de Suínos), Iranildo (Setor de Suínos), Zé Maria (Setor de Suínos), Flávio (EAIP), Eurico Lustosa (EAIP), Flávio (Setor de eventos da UAST), Feliciano e Sr. Nogueira por todo o apoio e dedicação. Que Deus abençoe a vida e o trabalho de vocês.

Além disso, agradeço aos meus amigos Mércia Vasconcelos, Jadson, Ana, Rufino, João Vitor, Eduardo, Inês e Agamenon. Vocês foram muito importantes para a minha permanência na cidade de Serra Talhada, gratidão e que Deus os abençoe imensamente!

Estendo meus agradecimentos aos amigos Paulo, Matheus, Marlene, Geovane e Edvaldo, por toda a ajuda na implantação e avaliação do experimento. Muito obrigado!

Muito obrigado, a Mirna Clarissa Rodrigues de Almeida pelo apoio na elaboração dos gráficos e tabelas da monografia do presente trabalho.

Agradeço também, a amiga e Zootecnista Simone Pereira, por todos os ensinamentos durante o tempo de trabalho na ABZ PE e Estratégia Consultoria em Gestão de Projetos. Você é um exemplo de profissional e pessoa! Devo muito do que me tornei hoje, a pessoa de Simone Pereira e seu esposo Paulo Bastos. Gratidão e que Deus abençoe vocês!

Ademais, expresso minha gratidão aos amigos Breno e Matheus por todos os ensinamentos durante a gestão da ABZ PE.

Agradeço aos meus amigos e colegas Zootecnistas, Alvaro, José Eduardo de Matos e Welinton, por todo o aprendizado e acolhimento durante os estágios extracurriculares desenvolvidos na graduação.

Por fim, agradeço a todos os meus mestres (professores), amigos (as) e familiares, que de alguma forma contribuíram com minha formação profissional!

## Resumo

O consórcio entre plantas forrageiras e o manejo de corte da palma são estratégias importantes para os sistemas de produção agropecuário no Semiárido brasileiro. Desse modo, objetivou-se avaliar o desempenho agronômico de sistemas de cultivo de palma forrageira em função da intensidade de corte. A pesquisa foi conduzida na área experimental do Grupo de Estudos em Forragicultura, da Universidade Federal Rural de Pernambuco, em Serra Talhada, PE, de novembro de 2020 até julho de 2021. Utilizou-se o delineamento em blocos ao acaso, com parcelas subdivididas, sendo a parcela principal o sistema de cultivo de palma forrageira [*Nopalea cochenillifera*, clone Doce Miúda; *Opuntia stricta*, clone Orelha de Elefante Mexicana] em monocultivo (cultivo solteiro) e em consórcio com a pornunça (*Manihot* sp). As subparcelas foram constituídas de três intensidades de corte na palma, mantendo-se dois cladódios primários, todos os cladódios primários e todos os cladódios secundários no momento da colheita, com três repetições. Foram avaliadas, mensalmente, na palma forrageira: altura, largura de planta, número de cladódios total e por ordem, comprimento, largura, espessura e área de cladódio. Foi realizado o corte de duas plantas de palma forrageira, por tratamento, para a estimativa da produção de matéria verde. Os dados foram submetidos aos testes de normalidade, homocedasticidade e análise de variância pelo teste F ( $p \leq 0,05$ ). Quando significativas, as médias foram comparadas entre si pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ). A maior produção de matéria verde foi encontrada no clone Orelha de Elefante Mexicana em cultivo solteiro, quando dois cladódios primários foram mantidos no momento do corte. O consórcio palma-pornunça não afetou a mortalidade da palma, independentemente do sistema de cultivo. A menor intensidade de corte, independentemente do sistema de cultivo, resultou em maior altura e largura de planta. Os sistemas de cultivo e intensidade de corte não afetaram as dimensões dos cladódios da palma Orelha de Elefante Mexicana. Para condições edafoclimáticas semelhantes o consórcio palma Doce Miúda e pornunça, preservando-se todos os cladódios secundários na colheita, pode ser considerado o mais promissor e eficiente na produção quali-quantitativa de fitomassa.

**Palavras chave:** Intensidade de corte, Semiárido brasileiro, Sistemas de cultivo.

**Abstract:**

The consortium between forage plants and the management of palm cutting are important strategies for agricultural production systems in the Brazilian semiarid region. Thus, the objective was to evaluate the agronomic performance of forage cactus cultivation systems as a function of cutting intensity. Pernambuco research utility found in November, with experimental area of the Study Study Group, Universidade Federal Rural de Serra Talhada, PE, in 2020 so far, PE being the main plot of the forage cactus [*Nopalea cochenillifera* , clone Sweet Girl; *Opuntia stricta*, clone Orelha de Elefante Mexicana] in monoculture (single cultivation) and in consortium with pornunça (*Manihot* sp). The subplots consisted of three cutting intensities in the palm, maintaining two primary cladodes, all primary cladodes and all secondary cladodes at harvest, with three replications. in total width, width length, length, width, thickness and plant height area. Forage cactus plants were cut, per treatment, to estimate the production of green matter. Data were selected for normality, homoscedasticity and analysis of variance tests using the  $F_p \leq 0.05$  test). When significant, the means were sent (when among themselves by Tukey's test). The highest amount of green matter was found in the clone Orelha de Elefante Mexicana in single cultivation, when two primary cladodes were found at the time of cutting. The intercropping with palm pornunça does not affect cactus mortality, regardless of the cropping system. The lower cutting intensity, regardless of the cropping system, resulted in higher plant height and length. The cropping systems and cutting intensity are not dimensioned as dimensions of the cloisters of the Orelha de Elefante Mexican. For similar edaphoclimatic conditions or intercropping Palma Doce Miúda and pornunça, preserving all secondary cladodes at harvest, can be considered the most promising and efficient in the qualitative-quantitative production of phytomass.

**Keywords:** Brazilian semiarid, Crop systems, Cutting intensity.

## Lista de figuras

|  |        |
|--|--------|
| <b>Figura 01.</b> Localização geográfica da área experimental .....  | pág 17 |
| <b>Figura 02.</b> Variação da precipitação pluvial (P, mm), evapotranspiração potencial (ET <sub>o</sub> , mm/dia), radiação solar global (RG, MJ/m <sup>2</sup> ), umidade relativa (UR, %) e temperatura do ar (T, °C), do período de outubro de 2020 a julho de 2021... ..  | pág 18 |
| <b>Figura 3.</b> Área experimental .....   | pág 19 |
| <b>Figura 4.</b> Medições de altura de planta (A), comprimento do cladódio (B) e espessura de cladódio (C), largura de cladódio (D) e largura de planta (E) de palma forrageira Orelha de Elefante Mexicana e Doce Miúda sob diferentes sistemas de cultivo e intensidades de corte, aos 240 dias após o corte ..... | pág 21 |

## Lista de tabelas

|   |        |
|---|--------|
| <b>Tabela 1.</b> Taxa de sobrevivência (%) de palma forrageira Orelha de Elefante Mexicana e Doce Miúda sob diferentes sistemas de cultivo e intensidades de corte, aos 240 dias após o corte .....                 | pág 23 |
| <b>Tabela 2.</b> Altura de planta (cm) de clones de palma forrageira Orelha de Elefante Mexicana e Doce Miúda sob diferentes sistemas de cultivo e intensidades de corte, aos 240 dias após o corte .....           | pág 24 |
| <b>Tabela 3.</b> Largura de planta (cm) de clones de palma forrageira Orelha de Elefante Mexicana e Doce Miúda sob diferentes sistemas de cultivo e intensidades de corte, aos 240 dias após o corte .....          | pág 25 |
| <b>Tabela 4.</b> Número total de cladódios de clones de palma forrageira Orelha de Elefante Mexicana e Doce Miúda sob diferentes sistemas de cultivo e intensidades de corte, aos 240 dias após o corte .....       | pág 27 |
| <b>Tabela 5.</b> Número de cladódios primários de clones de palma forrageira Orelha de Elefante Mexicana e Doce Miúda sob diferentes sistemas de cultivo e intensidades de corte, aos 240 dias após o corte .....   | pág 29 |
| <b>Tabela 6.</b> Número de cladódios secundários de clones de palma forrageira Orelha de Elefante Mexicana e Doce Miúda sob diferentes sistemas de cultivo e intensidades de corte, aos 240 dias após o corte ..... | pág 30 |

**Tabela 7.** Comprimento de cladódio primário (cm) de clones de palma forrageira Orelha de Elefante Mexicana e Doce Miúda sob diferentes sistemas de cultivo e intensidades de corte, aos 240 dias após o corte.....pág 31

**Tabela 8.** Largura de cladódio primário (cm) de clones de palma forrageira Orelha de Elefante Mexicana e Doce Miúda sob diferentes sistemas de cultivo e intensidades de corte, aos 240 dias após o corte .....pág 32

**Tabela 9.** Espessura de cladódio primário (mm) de clones de palma forrageira Orelha de Elefante Mexicana e Doce Miúda sob diferentes sistemas de cultivo e intensidades de corte, aos 240 dias após o corte.....pág 32

**Tabela 10.** Comprimento de cladódio secundário (cm) de clones de palma forrageira Orelha de Elefante Mexicana e Doce Miúda sob diferentes sistemas de cultivo e intensidades de corte, aos 240 dias após o corte.....pág 33

**Tabela 11.** Largura de cladódio secundário (cm) de clones de palma forrageira Orelha de Elefante Mexicana e Doce Miúda sob diferentes sistemas de cultivo e intensidades de corte, aos 240 dias após o corte.....pág 34

**Tabela 12.** Espessura de cladódio secundário (mm) de clones de palma forrageira Orelha de Elefante Mexicana e Doce Miúda sob diferentes sistemas de cultivo e intensidades de corte, aos 240 dias após o corte.....pág 35

**Tabela 13.** Área de cladódio primário (cm<sup>2</sup>) de clones de palma forrageira Orelha de Elefante Mexicana e Doce Miúda sob diferentes sistemas de cultivo e intensidades de corte, aos 240 dias após o corte .....pág 37

**Tabela 14.** Área de cladódio secundário (cm<sup>2</sup>) de clones de palma forrageira Orelha de Elefante Mexicana e Doce Miúda sob diferentes sistemas de cultivo e intensidades de corte, aos 240 dias após o corte .....pág 38

**Tabela 15.** Estimativa da produção de massa verde (Mg ha<sup>-1</sup>) de clones de palma forrageira Orelha de Elefante Mexicana e Doce Miúda sob diferentes sistemas de cultivo e intensidades de corte, aos 120 dias após o corte.....pág 39

# Sumário

|   |           |
|---|-----------|
| <b>1. INTRODUÇÃO</b> .....  | <b>1</b>  |
| <b>2. REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....                                   | <b>2</b>  |
| 2.1 Semiárido brasileiro e suas peculiaridades.....                   | 2         |
| 2.2 Importância da água e fibra para a nutrição de ruminantes.....    | 5         |
| 2.3 Palma forrageira aspectos de manejo, consórcio e utilização ..... | 7         |
| 2.4 Manejo de corte e consórcio na palma forrageira .....             | 14        |
| 2.5 Pornunça.....   | 15        |
| <b>3. OBJETIVOS</b> .....   | <b>16</b> |
| 3.1 Geral.....  | 16        |
| 3.2 Específicos: .....  | 16        |
| <b>4. MATERIAL E MÉTODOS</b> .....                                    | <b>17</b> |
| 4.1 Descrição da área e delineamento experimental .....               | 17        |
| 4.2 Características agronômicas avaliadas na palma forrageira.....    | 20        |
| 4.3 Análise estatística.....  | 22        |
| <b>5. RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....                                | <b>22</b> |
| <b>6. CONCLUSÃO</b> .....   | <b>39</b> |
| <b>7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....                            | <b>40</b> |

## 1. INTRODUÇÃO

As regiões de clima semiárido são caracterizadas pela baixa precipitação pluvial, presença de chuvas torrenciais e altas temperaturas do ar, especialmente nos períodos de estiagem (MARQUES et al., 2017), o que reduz significativamente a oferta de forragem e a produção dos rebanhos, portanto, tal fato promove um aumento na insegurança alimentar das famílias que dependem diretamente da pecuária (PAULA; FERREIRA; VÉRAS, 2020).

Assim, quando os recursos forrageiros não são manejados de forma eficiente, existe grande probabilidade de que a atividade pecuária obtenha baixos índices produtivos, e em alguns casos pode até ser inviabilizada (SILVA et al., 2015).

A palma forrageira apresenta um mecanismo fisiológico bastante peculiar, o metabolismo ácido das crassuláceas (MAC). Esse mecanismo é importante em regiões áridas e semiáridas porque as plantas minimizam a transferência de água para o ambiente e, por isso, se tornam mais eficientes nessas condições de escassez hídrica (NUNES et al., 2019; EDVAN et al., 2020). O metabolismo MAC evita as perdas de CO<sub>2</sub> e vapor de água, elevando a eficiência do uso de água (SCALISI et al., 2016). Todas essas adaptações anatômicas e morfofisiológicas adquiridas pela palma forrageira contribuem para o alto sucesso agroecológico da cultura, permitindo adaptação às condições ambientais (LEITE et al., 2020).

Ademais, a palma além das características adaptativas já mencionadas, apresenta também grande capacidade de produção de fitomassa, elevado teor de umidade em sua composição e facilidade de propagação (LUCENA et al., 2019). Essa planta forrageira pode ser utilizada na dieta de ruminantes, na forma de farelo, pastejo e ofertada diretamente no cocho. Um fato importante ao ofertar a palma *in natura*, é que a planta deve ser associada a uma fonte de fibra efetiva na ração, para evitar possíveis desordens metabólicas nos animais (MARQUES et al., 2017).

Outro importante recurso forrageiro para o Semiárido brasileiro (SAB) é a pornunça, planta oriunda do cruzamento natural entre a mandioca (*Manihot esculenta*) e a maniçoba (*Manihot* sp.). A pornunça pode ser cultivada em sequeiro, pois conta com raízes tuberosas que armazenam água e amido, capazes de garantir a sobrevivência e produção da planta mesmo sob baixas precipitações pluviais. Além disso, apresenta características

importantes em relação ao valor nutritivo e aceitabilidade, importantes para sua utilização na alimentação de ruminantes (VASCONCELOS et al., 2010; ALENCAR et al., 2015).

Nesse contexto, o sistema de cultivo e intensidade de corte aplicados na palma forrageira podem ser manejos estratégicos para o seu cultivo e produtividade, vertente ainda pouco estudada pelo meio científico. Tendo em vista que a energia, água e proteína são fatores limitantes na nutrição e produção de ruminantes, o cultivo de palma forrageira em monocultivo ou em consórcio com outras culturas, a exemplo da pornunça, mostram-se promissores para garantir a oferta anual de forragem aos rebanhos.

Ademais, o desempenho da palma quando submetida ao manejo de intensidade de corte, aliada aos diferentes sistemas de cultivo é de fundamental relevância para os sistemas produtivos, já que a oferta de forragem aos animais estará sendo diversificada com plantas adaptadas às condições ambientais do SAB, agregando na dieta dos animais, um alimento volumoso de elevado valor nutricional, complementando os nutrientes água, energia, proteína, minerais e vitaminas, no caso do consórcio.

## **2. REFERENCIAL TEÓRICO**

### **2.1 Semiárido brasileiro e suas peculiaridades**

No Brasil, o semiárido ocupa uma área equivalente a 10% do território nacional, de modo que no Nordeste essa condição climática ocupa 48% do território, ao toda essa vasta área de semiárido representa uma área total, entre 750.000 a 850.000 km<sup>2</sup> (SILVA et al., 2014a). Em termos geográficos o Semiárido brasileiro (SAB) está presente, nos estados do Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Sergipe, Bahia e parte do norte do Estado de Minas Gerais (Região Sudeste) (SILVA et al., 2010).

O SAB caracteriza-se por apresentar escassez e irregularidades de chuvas, elevada evaporação anual, superior a 2.000 mm, e solos rasos com baixa capacidade de retenção de umidade, fatores esses que interferem a oferta de forragem influenciando a disponibilidade e qualidade de forragem. Além disso, as secas que ocorrem de forma periódica nessa região, causam danos severos à economia local (SILVA et al., 2014a). Portanto, a água é um recurso escasso em boa parte dos sistemas de produção no semiárido sendo necessária uma correta gestão dos recursos hídricos (PEREIRA et al., 2021a).

A região semiárida brasileira, em comparação com outras zonas de clima semiárido, é considerada a mais populosa, embora essa região apresente chuvas abaixo de 800 mm por ano, onde o grande problema está na distribuição da precipitação pluvial ao longo do ano e estas ainda são mal distribuídas. Além disso, os ciclos de estiagem podem variar de anos, até mesmo décadas, fato que dificulta o desenvolvimento de atividades agropecuárias (MARENGO, 2010). Portanto, embora exista um grande potencial produtivo nessa região, as situações de desabastecimento hídrico, ainda são um grande entrave enfrentado pela população do SAB (ANDRADE & NUNES, 2014).

Outras características marcantes do clima semiárido são: insolação média de 2.800 h.ano<sup>-1</sup>, temperatura do ar anual de 23 °C a 27 °C, evaporação média de 2.000 mm.ano<sup>-1</sup> e umidade relativa do ar média em torno de 50% (SILVA et al., 2010).

Com uma disponibilidade hídrica anual de 700 bilhões de m<sup>3</sup>, o Nordeste brasileiro pode ser considerado uma região de expressiva disponibilidade de água. Porém, desse total, somente 24 bilhões de m<sup>3</sup> permanecem efetivamente disponíveis, sendo o restante consumido pela evapotranspiração que, em média, atinge cerca de 2.500 mm anuais, além do escoamento superficial da água no momento das chuvas. (ARAÚJO et al., 2011).

Diante dessa temática social é possível inferir que a solução para essa questão está no fato de conviver com a “seca”, sendo consenso que a principal forma de convivência com a escassez de água é o seu uso racional (SANTOS JUNIOR et al., 2013).

Nesse contexto, o desenvolvimento sustentável da região, deve estar baseado no resgate do conhecimento regional e não na importação de pacotes tecnológicos, que por vezes não condizem com a realidade local (SANTOS et al., 2017a). Fato que gera custos ao produtor, sem que ocorra a melhoria em termos de produtividade em seus sistemas de produção.

No que se refere à produção agropecuária no SAB, entende-se que a mesma deve estar baseada na produção em sequeiro, sendo essa uma alternativa para convivência com a estiagem, otimizando assim a produção de alimentos e renda das comunidades rurais (SANTOS et al., 2017a). De tal forma que essa característica de produção, ocorre devido à elevada irregularidade de chuvas na região.

Em termos de produção agropecuária no SAB, a atividade agrícola apresenta um maior risco, se comparada com a pecuária (BRITO et al., 2012; ARAÚJO et al., 2011), pois a agricultura depende da manutenção da umidade do solo, fator que afeta diretamente na

produção das culturas de forma negativa quando a variabilidade anual das chuvas é mais pronunciada. (MARENGO et al., 2011).

Por volta de 55% do Semiárido brasileiro (SAB), é coberto por pastagens nativas, que são potencialmente capazes de atender as exigências nutricionais dos ruminantes, prioritariamente no período das águas, devido à elevada diversidade de espécies forrageiras nativas com alto valor nutricional (BATISTA; SOUZA, 2015).

Por outro lado, no período de estiagem a oferta de forragem nativa torna-se reduzida ou nula, em quantidade e qualidade para suprir a demanda dos rebanhos (BATISTA; SOUZA, 2015). Desse modo, a utilização de plantas forrageiras que apresentem elevada produção de biomassa, mesmo em condições de baixa disponibilidade hídrica, é uma alternativa para condições de clima semiárido (ALVES et al., 2007).

Porém mesmo nesse contexto, podem ser praticadas algumas alternativas com o objetivo de reduzir os riscos nos sistemas de produção, tais como: utilização de material genético adaptado; práticas eficientes de manejo de água; práticas agrônômicas e políticas de incentivo à produção. Dessa forma, o aumento da produtividade da água pode ser uma resposta ao problema da escassez hídrica, principalmente considerando a água como fator primordial na produção de alimentos (BRITO et al., 2012).

É notório, que a precipitação pluvial é o elemento meteorológico que mais influencia a produção agropecuária (ANDRADE & NUNES, 2014). De tal forma que o entendimento da sua variabilidade espacial e da sua sazonalidade ao longo ano, é fundamental para o gerenciamento dos recursos hídricos e planejamento das atividades de produção agropecuárias no SAB (SANTOS et al., 2017b).

Outro elemento meteorológico importante é a evapotranspiração, que por sua vez é influenciado pela elevada radiação solar e temperatura, fato que resulta em um alto potencial para evaporação da água, no SAB. Com isso, a água se torna um bem mais escasso, com sérias consequências para a sustentabilidade do desenvolvimento regional, pois a alta evaporação afeta expressivamente o nível de água dos principais reservatórios de água superficial (MARENGO, 2010).

Outra particularidade do SAB é a chamada “seca verde”, que se caracteriza por períodos prolongados de estiagem, que se intercalam com episódios de chuvas mais intensas. (SILVA et al., 2010).

Embora a “seca verde” seja um fenômeno recorrente, de acordo com Silva et al. (2010), grande parte da população que vive nessa área desenvolve algum tipo de atividade

agropastoril, baseada na utilização de recursos naturais da propriedade, para geração de alimento e renda para as famílias rurais. Uma das principais atividades, pecuárias da região é a criação de caprinos e ovinos, já que essas espécies ruminantes apresentam menores exigências nutricionais e de necessidades de água em relação aos bovinos, além de boa adaptação ao uso da vegetação nativa da caatinga como base alimentar (ARAÚJO et al., 2011).

Por outro lado, de acordo com Andrade & Marques (2017) a ausência de níveis mais elevados de precipitação pluvial, ou mesmo sua instabilidade, afetam diretamente o camponês especialmente no que diz respeito ao plantio de feijão, milho, mandioca e na criação de alguns pequenos rebanhos (bovino, caprino, ovino, suíno etc.). Este contexto é ainda mais delicado, pois esses produtos na sua grande maioria são destinados ao consumo próprio da família, logo em um ano em que as chuvas não atendem a necessidade de produção, representa um grande risco para a segurança alimentar dos camponeses.

De certa forma o desempenho produtivo dos rebanhos no SAB, sob influência da baixa capacidade de suporte animal da vegetação nativa, assim como a redução gradual na quantidade e qualidade das forragens nativas ao longo do ano (SANTOS, PEREZ-MARIN & SARMENTO et al., 2018).

Nesse sentido, o manejo das pastagens, assim como a escolha de plantas forrageiras adaptadas ao solo e clima, em geral é de grande importância para o sucesso da produção de ruminantes no SAB. Portanto, conforme Souza et al. (2018), o cultivo da palma forrageira apresenta grande contribuição para a pecuária nordestina, uma vez que nessa região o clima predominante é o semiárido.

As alterações climáticas dos últimos anos fizeram com que fosse cada vez mais necessário o cultivo de plantas resistentes à temperatura e à seca (IQBAL et al., 2020), resilientes ao clima e altamente eficientes no uso de água, necessárias para atender a demanda por alimentos, rações, fibras e combustível. Para tanto, a palma forrageira é caracterizada por ser uma cultura altamente produtiva, e apresentar demanda hídrica de 20% se comparada com outras culturas tradicionais (NEUPANE et al., 2021).

## **2.2 Importância da água e fibra para a nutrição de ruminantes**

A água é a molécula mais abundante da matéria viva. É considerada solvente universal, atuando como dispersante de inúmeros compostos orgânicos e inorgânicos. A água é, ainda, um importante veículo de transporte de substâncias, permitindo o contínuo

intercâmbio de moléculas entre os líquidos extras e intracelulares. Essas considerações, entre outras, justificam o fato dela ser um dos componentes abióticos de maior importância para o mundo vivo (RIBEIRO & BENEDETTI, 2012).

Na atividade pecuária, a água, além de ser usada para o consumo dos animais, também é necessária para o manejo do solo, e para a limpeza dos equipamentos e instalações (RIBEIRO & BENEDETTI, 2012).

A ingestão de água pelos animais não é, frequentemente, considerada um fator limitante potencial para a produção nas fazendas modernas. Muito mais atenção é dada a outros nutrientes da dieta, sendo a quantidade e qualidade da água desconsiderada, o que não deveria ocorrer devido a importância metabólica e fisiológica desse nutriente (RIBEIRO & BENEDETTI, 2012).

A água constitui aproximadamente 98% de todas as moléculas do organismo animal (NRC, 2021) e cerca de 70% da carcaça, com pouca variação entre os mamíferos (NUNES, 1998). A água encontra-se distribuída no corpo do animal de diferentes formas, entre elas no fluido extracelular e intracelular (NRC, 2007).

No corpo do animal, a água apresenta diversas funções, como a regulação da temperatura corporal, assim como as funções relacionadas com a digestão e metabolismo (síntese e hidrólise de moléculas), processos de excreção (fezes e urina), atua na regulação e equilíbrio da homeostase mineral, lubrificação das articulações, entre outras. Ela é também excelente solvente para a glicose, aminoácidos, íons minerais e vitaminas solúveis, além de ter atuação no transporte de resíduos metabólicos (NRC, 2021) e ser um importante componente estrutural do corpo dos animais (NUNES, 1998).

Além disso, a água é importante na manutenção da temperatura corporal do animal, já que a mesma apresenta elevado calor específico (igual a 1), permitindo absorver o calor produzido nas reações metabólicas com um mínimo de elevação da temperatura, dissipando-o para a pele, pulmões e luz intestinal (NUNES, 1998). A alta tensão superficial da água auxilia na coesão das células e na manutenção das articulações, sendo também o principal constituinte de líquidos orgânicos (sinóvia, humor aquoso, cefalorraquidiano, perilinfa e amniótico) (NUNES, 1998).

Diante da importância da água para os animais, a mesma deve estar disponível em quantidade e qualidade durante todo o ano, principalmente quando a temperatura ambiente está elevada, e os animais estão recebendo alimento com alto teor de matéria seca (MS) (ARAÚJO et al., 2011). Portanto, uma alternativa para as épocas do ano, em que existe

escassez da água de bebida, seria a utilização de alimentos com elevado teor de umidade, como é o caso da palma forrageira.

Além da água, outro nutriente de grande importância para os animais ruminantes é a fibra. Pois a mesma, de acordo com Silva e Neumann (2013), tem a função de fornecer substrato para atuação dos microrganismos, que por meio da fermentação produzem ácidos graxos voláteis que são as principais fontes de energia para os ruminantes.

A palma forrageira é um alimento de grande importância, sendo fonte de energia, rica em carboidratos não-fibrosos (61,79%) e nutrientes digestíveis totais (62%). Porém, apresenta baixos teores de matéria seca (11,7%), proteína bruta (4,8%), fibra em detergente neutro - FDN (26,87%), fibra em detergente ácido - FDA (18,9%) e teores consideráveis de matéria mineral (12,04%) (NEVES et al., 2010).

A fibra também é essencial para estimular o processo de mastigação e assim evitar problemas de ordem metabólica ao animal ruminante, além de influenciar no percentual de gordura do leite. Portanto, o estímulo à mastigação de um ruminante é resultado da efetividade da porção fibrosa do vegetal, a qual é representada pela fibra em detergente neutro (FDN), entidade composta pelas frações da celulose e da hemicelulose em associação com a lignina (SILVA & NEUMANN, 2013).

Portanto, é notório que a palma forrageira apresenta plenas condições para atender boa parte das demandas hídricas e nutricionais, exceto para a fibra efetiva, para animais ruminantes. Nesse contexto, a pornunça surge na dieta animal como uma importante fonte de fibra e proteína bruta.

### **2.3 Palma forrageira aspectos de manejo, consórcio e utilização**

Devido à diversidade de recursos naturais, o SAB é uma região que apresenta vocação para a pecuária. Porém, a baixa produtividade dos rebanhos é, em parte, reflexo das carências nutricionais a que estão submetidos. Este fato está associado à baixa disponibilidade e qualidade das forragens ao longo do ano, em função da elevada variabilidade das chuvas, baixa capacidade de suporte forrageiro da caatinga, do manejo e aproveitamento inadequado das pastagens, além do reduzido uso de tecnologias de convivência com as secas. Neste contexto, a palma forrageira (*Opuntia* e *Nopalea*) destaca-se como alimento estratégico para os ruminantes no SAB, por apresentar elevado potencial de produção de fitomassa (LEITE et al., 2014).

A palma forrageira se caracteriza, por ser uma planta forrageira rústica, de fácil propagação, longeva e alta eficiência de uso de água, além de ser bastante adaptada às condições de clima e solo do SAB (LEITE et al., 2014).. Diante disso, a palma forrageira vem sendo largamente cultivada na região Nordeste do Brasil, notadamente nas bacias leiteiras, sendo as maiores áreas de cultivo encontradas nos Estados de Alagoas, Bahia, Pernambuco, Paraíba e Sergipe (LEITE et al., 2014).

Na botânica, as palmas forrageiras pertencem à divisão Embryophyta, subdivisão Angiospermea, classe Dicotyledoneae, subclasse Archiclamideae, ordem Opuntiales e família Cactaceae. No nordeste brasileiro, os clones mais comuns são: palma gigante, a palma redonda e a palma miúda (SILVA & SAMPAIO, 2015), antes da ação da Cochonilha do carmim.

As palmas *Opuntia ficus-indica* e *Nopalea cochenillifera* são espécies originárias do México, sendo também cultivadas em outros países como o Brasil. Sua elevada área de cultivo se deve ao fato de ser uma planta bastante versátil, e com isso têm diversos usos: alimentação humana e animal, medicina, indústria farmacêutica, produção de corante e conservação dos solos (SILVA & SAMPAIO, 2015).

No SAB são usadas quase exclusivamente *in natura* na alimentação de ruminantes. Nesse contexto, a palma forrageira é considerada reserva estratégica de forragem, essencial na produção leiteira (SILVA & SAMPAIO, 2015).

As altas produtividades de biomassa e eficiências no uso da água indicam que as palmas podem ser também utilizadas como fontes de energia renováveis no semiárido. Nesse caso, a eficiência do uso de água é maior onde as noites são frias, com alta umidade do ar, quando os estômatos se abrem (SILVA & SAMPAIO, 2015). Portanto, quanto mais alta for a temperatura noturna, mais elevada será a perda de água por meio da transpiração, especialmente no caso da palma forrageira.

Entre os clones mais produtivos de palma forrageira, se destacam a palma Redonda e Gigante (*Opuntia ficus-indica*). Porém, estes também são, os clones mais susceptíveis ao ataque da cochonilha do carmim *Dactylopius* sp., o que demonstra fragilidade na reserva estratégica de forragem em caso de disseminação desse inseto (SANTOS et al., 2017a).

A praga cochonilha causou diversos danos em palmas cultivadas em diferentes estados como Alagoas, Pernambuco, Paraíba, Rio Grande do Norte e Ceará (SANTOS et al., 2006). Portanto, uma alternativa viável ao cultivo para a palma em regiões atacadas por esse inseto é o plantio de clones resistentes (LARA, 1991). Nesse contexto, os clones

Miúda e Orelha de Elefante são importantes alternativas, pois apresentam resistência à cochonilha do carmim (VASCONSELOS et al., 2010).

A palma forrageira é frequentada por uma grande variedade de insetos, tais como besouros (Coleoptera), formigas (Mymenoptera) especialmente do gênero *Atta*, gafanhotos (Orthoptera), lagartas (Lepdoptera) e tripes (Thysanoptera) dentre outros (WARUMBY et al, 2005). Porém, as cochonilhas são os agentes patogênicos de maior impacto na cultura da palma, entre essas espécies de cochonilha as que são mais comuns nos palmais, são a cochonilha de escama (*Diaspis echinocacti* Bouché 1833) conhecida como “piolho-da-palma” e a cochonilha do carmim (*Dactylopius sp.*) das quais são as que causam maiores danos aos palmais do Nordeste brasileiro (WARUMBY et. al, 2005).

A palma forrageira (*Opuntia fícus-indica* (L.) Mill), cuja área cultivada no Brasil alcança cerca de 550.000 ha (ARAÚJO et al., 2005), aparece nesse contexto como alternativa de cultivo, devido a sua adaptação ao clima do SAB, em virtude de adaptações fisiológicas, bioquímicas, anatômicas, morfológicas dessa planta forrageira, no que se refere à absorção, aproveitamento e perda de água. Portanto, a palma forrageira tem grande importância como reserva estratégica de forrageira, fator extremamente significativo na sustentabilidade da pecuária regional, segmento fortemente atingido pela escassez de alimentos. Além disso, sua utilização no semiárido faz parte de uma estratégia para conservação do ambiente e garantia da segurança alimentar dos rebanhos (CHIACCHIO et al., 2006; CÂNDIDO et al., 2013).

Deste modo, a palma apresenta características anatômicas, morfológicas e fisiológicas que garantem eficiência na absorção e utilização de água, essenciais para adaptação às condições semiáridas (SILVA; SOUZA, 2020).

Ademais, a palma apresenta elevada versatilidade, podendo ser utilizada para comercialização como forragem para os rebanhos, artigos sementes para plantio, frutos e verdura para a alimentação humana, além de desempenhar importante papel como atividade econômica, tendo em vista que proporciona a entrada direta de capital, gerando emprego e renda nas propriedades rurais (ALMEIDA; PEIXOTO; LEDO, 2012).

Como principais características da palma forrageira destacam-se: adaptação às condições de déficit hídrico; elevada aceitabilidade por parte dos animais e elevado teor de energia na forma de carboidratos não fibrosos; elevado teor de umidade; baixo custo de implantação dos cultivos; alta produção de fitomassa e fácil propagação (SILVA et al., 2021; MOURA et al., 2020).

Entre os aspectos morfológicos que tornam a palma uma opção interessante para zonas áridas e semiáridas, se destaca a característica de impermeabilidade da cutícula nos cladódios, além disso, essa característica garante uma melhor manutenção do equilíbrio hídrico, retendo água no interior da planta, além de proteger contra o ataque de insetos e microrganismos, refletindo a luz, reduzindo a temperatura interna e regulando a entrada e saída de oxigênio e gás carbônico (ROCHA, 2012).

Com relação ao sistema vascular da palma este é formado por uma rede de vasos condutores que se conectam com o tecido mesentérico das aréolas e forma uma fina rede de vasos condutores, que garantem uma elevada eficiência da distribuição de água na planta. Além disso, a palma é dotada de um elaborado sistema de armazenamento de água, já que a parte branca dos cloroplastos é formada por grandes vacúolos para reserva de água (QUEIROGA et al., 2020), fato que garante elevada resiliência da cultura em regimes de escassez hídrica.

Diante desse contexto, o menor número de estômatos e características intrínsecas ao aparelho fotossintético da palma, tais como a capacidade de captar a energia solar durante o dia e fixar o CO<sub>2</sub> durante a noite, fazem com que a perda de água por evapotranspiração seja reduzida (RAMOS et al., 2011; SAMPAIO, 2005). Fato que implica em uma elevada eficiência no uso de água (absorção, perda e aproveitamento de água), obtida devido ao seu metabolismo considerado como MAC (Metabolismo Ácido das Crassuláceas) (NEVES et al., 2010).

Com relação às condições climáticas, a palma forrageira recebe efeito positivo na produtividade quando mantida em regiões cuja temperatura do ar média oscila entre 16,1 °C e 25,4 °C; com máximas entre 28,5 °C e 31,5 °C e mínimas variando de 8,6 °C a 20,4 °C. A amplitude térmica está situada entre 10,0 °C e 17,2 °C. Já a faixa ideal de precipitação pluvial se concentra entre 368,4 mm e 812,4 mm, embora possa ser cultivada com 200 mm, e o índice de umidade anual varia entre -63,1 e -37,3 (SOUZA et al., 2008).

Embora seja uma planta rústica, deve-se ter atenção quanto à umidade do ar e do solo, temperatura do ar média do dia e da noite, pois tais fatores são preponderantes para a sobrevivência e produção da palma (ROCHA, 2012). Diante disso, em algumas regiões do SAB, a alta temperatura noturna é o principal fator para as menores produtividades ou até a morte das plantas (SANTOS et al., 2006).

Por possuir alto teor de umidade em comparação com outros alimentos, a palma representa uma valiosa contribuição no suprimento de água para os animais ruminantes,

principalmente nos períodos de estiagem onde as fontes hídricas, em quantidade e qualidade, encontram-se bastante reduzidas. Sales et al. (2013) verificaram acúmulo de água pela palma de 720 m<sup>3</sup> de água ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>, em sequeiro, nas condições edafoclimáticas do Cariri paraibano (400 mm de chuva por ano). Este armazenamento de água pela palma equivale a 90 carros pipa (8.000 L), suficiente para o consumo hídrico de 24 vacas de 450 kg de peso vivo, durante dez meses, considerando um consumo diário de 100 L por animal.

Em média, as palmas utilizam de 100 a 200 kg de água para produzir 1 kg de matéria seca e produzem bem em áreas com precipitação pluvial anual de até 750 mm. Além disso, tem seu crescimento favorecido em locais onde a umidade relativa média do ar fica acima de 40% (SANTOS et al., 2006).

A palma forrageira, apresenta uma elevada produção de matéria seca por área, logo exige cuidados especiais principalmente com o manejo de solo, no que diz respeito a adubação e calagem, visando atender a demanda nutricional da planta em função da produção desejada (NEVES et al., 2010). Porém, quando esse manejo é negligenciado têm-se resultados diretos na baixa produção de fitomassa pela palma forrageira.

No entanto a maioria dos sistemas de cultivo da palma forrageira tem sido implantada em monocultivo, sistemas estes que apresentam menor intensidade nas práticas de manejo e tratos culturais, a exemplo da adubação, espaçamento e consórcio (SANTOS; PEREZ-MARIN; SARMENTO, 2018).

Com relação à propagação da palma, se realiza de forma assexuada, retirando cladódios na parte intermediária da planta, devendo ser evitadas os da base. Os cladódios devem ficar armazenados na sombra por quinze dias para posteriormente serem plantados (SILVA & SAMPAIO, 2015). Sendo o espaçamento bastante variável de acordo com o sistema adotado pelo produtor (SILVA & SAMPAIO, 2015). Dessa forma, uma boa seleção de cladódios para o plantio é fundamental para a sobrevivência e disseminação do material genético da palma forrageira.

No que diz respeito ao plantio, esse é realizado por meio de cladódios, que podem ser dispostas verticalmente. Os cladódios selecionados para o plantio devem ser grandes e saudáveis, sem qualquer mancha e que já tenham emitido ou devem estar próximos de emitirem seus brotos. Sobre a idade dos cladódios a serem utilizados, recomenda-se àqueles que apresentem dois a três anos de idade (ROCHA, 2012).

A escolha do espaçamento no momento do plantio é um fator que deve ser considerado, pois espaçamento menos adensado permite o consórcio com outras culturas,

tais como milho e feijão, além disso, facilita os tratos culturais, além de reduzir os riscos de pragas e doenças (RAMOS et al., 2011). Por ser uma importante reserva de forragem, a frequência de corte adotada na palma varia conforme a necessidade de forragem que deve ser atendida e das condições climáticas da região (SILVA & SAMPAIO, 2015), assim como os tratos culturais implementados nos sistemas de cultivo.

Com relação ao tipo de solo indicado para o cultivo da palma, se faz importante lembrar que essa é uma cultura bastante exigente quanto às características físico-químicas do solo, de textura areno-argilosa e boas condições de fertilidade (SANTOS et al., 2006). Além disso, no momento do plantio devem ser evitadas épocas chuvosas, que são mais propícias ao apodrecimento das raquetes (ROCHA, 2012), já que a palma não é tolerante a ambientes encharcados assim como o plantio em solos salinos não é preconizado (DUBEUX JÚNIOR & SANTOS, 2005).

Fato da elevada exigência em fertilidade do solo, pela cultura da palma forrageira é demonstrado por Santos et al. (1990), onde afirmam que a palma é capaz de exportar do solo em 10 toneladas de matéria seca produzida, 90 kg de N, 16 kg de P, 258 kg de K e 235 kg de Ca por hectare. Portanto, a palma é muito exigente quanto a disponibilidade de nutrientes no solo, especialmente potássio e cálcio.

O processo de colheita ainda é realizado de forma manual e segundo Silva & Santos (2006) a colheita se inicia 1,5 a 2 anos após o plantio, dependendo do espaçamento e das condições de clima e solo. Além disso, a colheita manual, é uma forma de preservar o palmal, embora haja custo com mão de obra, essa é a forma recomendada de colheita, porque o pastejo direto danifica muito as plantas.

Vários são os fatores que podem influenciar na produtividade da palma forrageira: fertilidade do solo, pluviosidade, densidade de plantio, vigor das mudas, ataque de pragas e doenças, dentre outros. Nesse sentido, práticas de manejo como o plantio adensado tem sido a mais utilizada recentemente e vem aumentando a produtividade dessa cultura e contribuindo para o manejo racional na exploração desta cactácea (FERREIRA et al., 2003; ALVES et al., 2007). Quando se fala na produtividade da palma, esta pode ser potencializada, quando manejada corretamente, em função dos fatores ambientais e do potencial genético da variedade plantada (SILVA & SAMPAIO, 2015).

Menezes et al. (2005) em levantamento realizado na Paraíba e Pernambuco, em 50 propriedades, verificaram 7,2 ton ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> de matéria seca (MS) de palma, bem abaixo do potencial da região. A média das cinco maiores produtividades atingiu 15,2 ton ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>

de MS. Nesse estudo, não houve relação entre precipitação pluvial anual e produtividade, sugerindo que o crescimento da palma não foi limitado pela chuva, mas por outros fatores. Os autores destacaram, também, que o teor de nutrientes no solo apresentou alta relação com a produtividade de MS da palma.

Sales et al. (2013) constataram produção de 35 ton ha<sup>-1</sup> de MS de palma adubada em condições de sequeiro, evidenciando que o principal fator limitante à produtividade desta cactácea não é a chuva e sim a fertilidade do solo. Além disso, a frequência e intensidade de corte influenciam significativamente a produtividade (ALVES et al., 2007b).

Em termos nutricionais, a palma é rica em carboidratos não fibrosos e, devido ao seu alto teor de umidade, supre grande parte das necessidades de água dos animais, minimizando o problema da falta de água em quantidade e qualidade (BEN SALEM et al., 2005).

Em termos de nutrientes digestíveis totais (NDT), os valores são próximos aos da silagem de milho, o que a torna, além de hídrica, interessante do ponto de vista nutricional (FARIAS et al., 1984).

Por apresentar baixo teor de fibra, não se recomenda o uso isolado da palma forrageira na alimentação animal (VERAS et al., 2005; WANDERLEY et al., 2002), teores estes que variam de 22% de FDA e 27% de FDN (QUEIROGA et al., 2020). Portanto, é geralmente usada para compor a dieta substituindo parcialmente forragens tradicionais (MAHOUACHI et al., 2012;). O melhor resultado é obtido na mistura de alimentos concentrados (SOUZA et al., 2010), considerando a importância da sincronização de energia e proteína para um melhor aproveitamento dos nutrientes e, conseqüentemente, do desempenho animal (SANTOS et al., 2006).

Além disso, possui valores de fibra considerados baixos (SANTOS et al., 2001), os teores de fibra em detergente ácido (FDA) estão em torno de 14,29 a 22,39 dag kg<sup>-1</sup> e fibra em detergente neutro (FDN) 17,6 a 26,7 dag kg<sup>-1</sup> para a clone Gigante (SANTOS et al., 2005). A associação da palma aos alimentos fibrosos é fator determinante para uma correta condição de ruminação (BISPO et al., 2007). No entanto, como fonte de alimento proteico é insuficiente para o adequado desempenho animal (FERREIRA et al., 2008), nesse sentido sua associação na ração, com plantas como a pornunça, se caracteriza como alternativa viável para o atendimento das exigências nutricionais dos animais ruminantes.

Depois de colhida, a palma pode ser utilizada de imediato para alimentação animal, ou até mesmo pode ser mantida a sombra por até 16 dias, dependendo do sistema de produção, sem que haja perda do valor nutritivo, representando uma redução dos custos com colheita e transporte (SANTOS et al., 2006).

De acordo com Alves et al. (2007a), recomenda-se preservar os cladódios secundários no momento do corte da palma. De modo que tal situação pode ser relacionada com um maior índice de área de cladódio remanescente após a colheita, o que possibilita às plantas maior eficiência fotossintética. (SILVA & SANTOS, 2006).

O consórcio da palma com culturas anuais como milho, sorgo, feijão, mandioca etc., tem sido adotado com objetivo de viabilizar o cultivo em termos econômicos (SANTOS et al., 2006).

#### **2.4 Manejo de corte e consórcio na palma forrageira**

Alguns fatores podem afetar a produtividade da palma forrageira, entre eles destaca-se a fisiologia da cultura, assim como, as características de crescimento da mesma, que por sua vez tem relação direta com as características morfológicas dos cladódios assim como as estruturais da planta. Portanto, o conhecimento dos efeitos dos intervalos de corte sobre a produção e as características estruturais da palma forrageira pode ser decisivo para o aumento da eficiência produtiva e de uso desta cultura (ROCHA; VOLTOLINI; GAVA, 2017).

Assim, faz-se necessário, identificar práticas de manejo capazes de manter a produtividade de uma área sob palma em longo prazo. Práticas, como, por exemplo, espaçamento de plantio, manejo de colheita e adubação têm sido relacionadas como de grande influência sobre a produtividade do palmal (ALVES et al., 2007). Quanto ao manejo de colheita, a frequência e intensidade de corte podem influenciar significativamente a produção de forragem pela palma (FARIAS et al., 2000).

Ao avaliar a variedade de palma Gigante sob irrigação Lima et al. (2016) concluíram que a menor intensidade de corte, preservando os cladódios de segunda ordem na planta promoveu maior número de cladódios por planta e maior produtividade de forragem.

Pereira et al. (2020) afirmaram que um maior número de cladódios preservados tem relação direta com uma maior área fotossintética, o que irá proporcionar o rápido crescimento das plantas e conseqüentemente maior produtividade.

Com objetivo de aumentar a produtividade dos sistemas de produção animal, além da otimização da produção de forragem, recomenda-se a realização da prática do consórcio entre a palma e outras culturas forrageiras, tais como o sorgo, milheto, girassol e feijão-guandu), as quais são adaptadas às condições do semiárido brasileiro e que apresentem elevada produção de matéria seca e proteína (HIOLANDA et al., 2018; JARDIM et al., 2020b).

Outra ferramenta que pode ser utilizada, é a intensificação de cultivos adensados e manejo de rotação de culturas, de forma que estes são capazes de proporcionar aumento na reciclagem de nutrientes no solo, e maior aproveitamento das áreas agrícolas da região (DOMINSCHEK et al., 2021; LI et al., 2021). Tal prática por sua vez, possibilita obtenção de maiores retornos produtivos, resultante de uma maior eficiência na utilização dos recursos naturais (i.e., água, luz e nutrientes) quando comparado ao cultivo exclusivo entre espécies agrícolas e /ou forrageiras (JIAO et al., 2021; JARDIM et al., 2021a).

A prática do consórcio é capaz de trazer inúmeros benefícios, entre eles destaca-se a contribuir no controle biológico de pragas e doenças, devido a maior diversidade de espécies na área, promove diminuição da incidência de erosão nas áreas, maior cobertura do solo e menor perda de água por meio da evaporação, além da redução no surgimento de plantas daninhas, diversificação de microrganismos no solo, otimização da mão de obra, estabilidade alimentar para os rebanhos, diversidade de alimentos e fontes de renda para as famílias (RODRIGUES et al., 2014).

Da mesma forma como os outros sistemas de cultivo, no consórcio devem ser atendidas algumas premissas para que se alcancem os resultados esperados a depender da planta que será cultivada, tais como: a escolha de espécies que se complementam, o arranjo do cultivo, espaçamento e densidade populacional também são de suma importância, para que a cultura persista no sistema produtivo e alcance seu potencial produtivo (OLIVEIRA FILHO et al., 2016).

## **2.5 Pornunça**

Uma alternativa para a pecuária do SAB, notadamente deve estar baseada pela busca por alimentos alternativos que sejam capazes de suprir as necessidades nutricionais dos animais, mesmo em condições de escassez hídrica. Nesse contexto, a pornunça (*Manihot* sp.) surge como uma das alternativas alimentares para a produção animal por apresentar alto valor nutritivo e palatabilidade, devendo ser cultivada na forma de lavoura xerófila.

Além disso, é uma planta bastante resistente aos períodos de estiagem, pois suas raízes são capazes de armazenar amido e água (ALENCAR et al., 2015), fontes essas que são essenciais para a sobrevivência dessa planta forrageira.

Esta espécie pertence à família Euphorbiaceae, caracterizada por ser uma planta perene de subarbustos, com alta resistência à seca, tolerância a solos pobres e ácidos, alto teor de proteína, principalmente nas folhas, além de raízes tuberosas e ricas em carboidratos, assim como é uma planta que apresenta alto potencial produtivo (SILVA et al., 2018).

A pornunça (*Manihot* sp. - Euphorbiaceae) é considerada um híbrido natural entre plantas de *M. esculenta* Crantz. e *M. glaziovii* Muell. Arg. (VASCONCELOS et al., 2010). No SAB, a pornunça apresenta alta produção de fitomassa aérea (1.433,35 - 1.629,47 kg/ha) e elevado teor de proteína bruta (PB) na parte aérea (13,91% - 27,58% na matéria seca) (FERREIRA et al., 2009; VASCONCELOS et al., 2010).

Desta forma, a exploração racional da pornunça pode ser uma alternativa importante para alimentação de ruminantes nesta região (CARVALHO et al., 2012). Em termos de desempenho animal, quando utilizada na forma de silagem, na alimentação de cordeiros por exemplo, podem proporcionar ganhos de peso diário de até 200 g (CARVALHO et al., 2017).

### **3. OBJETIVOS**

#### **3.1 Geral:**

- Avaliar o desempenho agrônômico de sistemas de cultivo de palma forrageira em função da intensidade de corte.

#### **3.2 Específicos:**

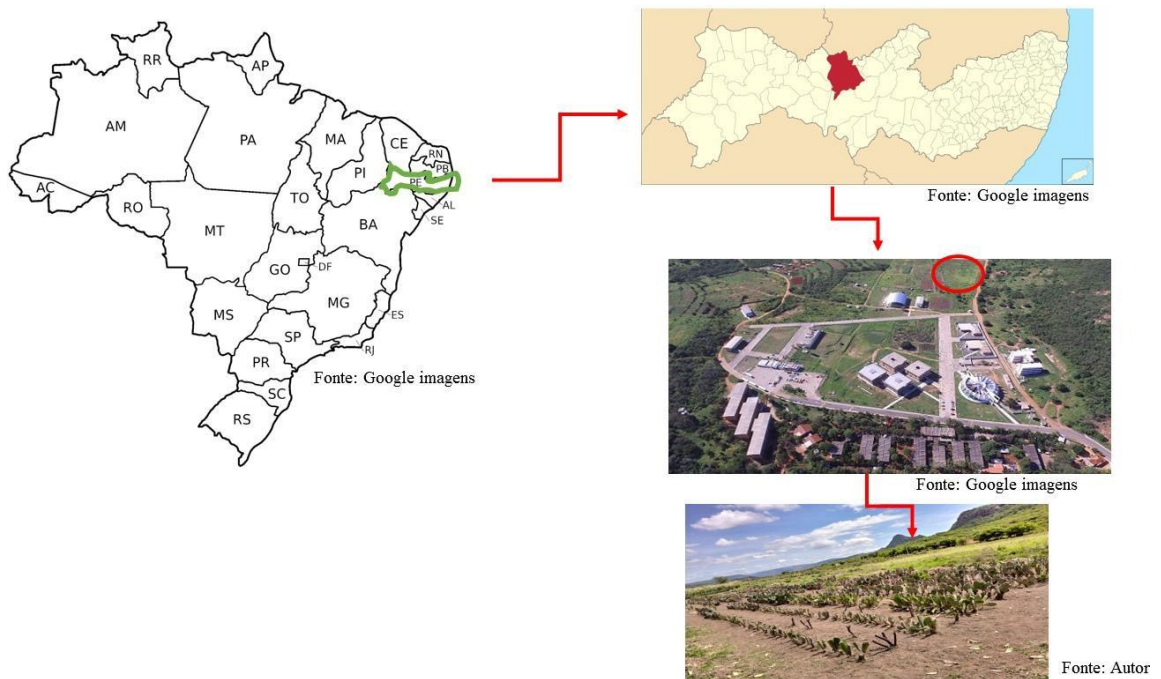
- Caracterizar aspectos estruturais de clones de palma forrageira em monocultivo e consorciados com pornunça;
- Quantificar a produção de fitomassa dos clones de palma de acordo com os sistemas de cultivo e intensidades de corte;
- Indicar os melhores sistemas de cultivo e intensidade de corte na palma forrageira.

## 4. MATERIAL E MÉTODOS

### 4.1 Descrição da área e delineamento experimental

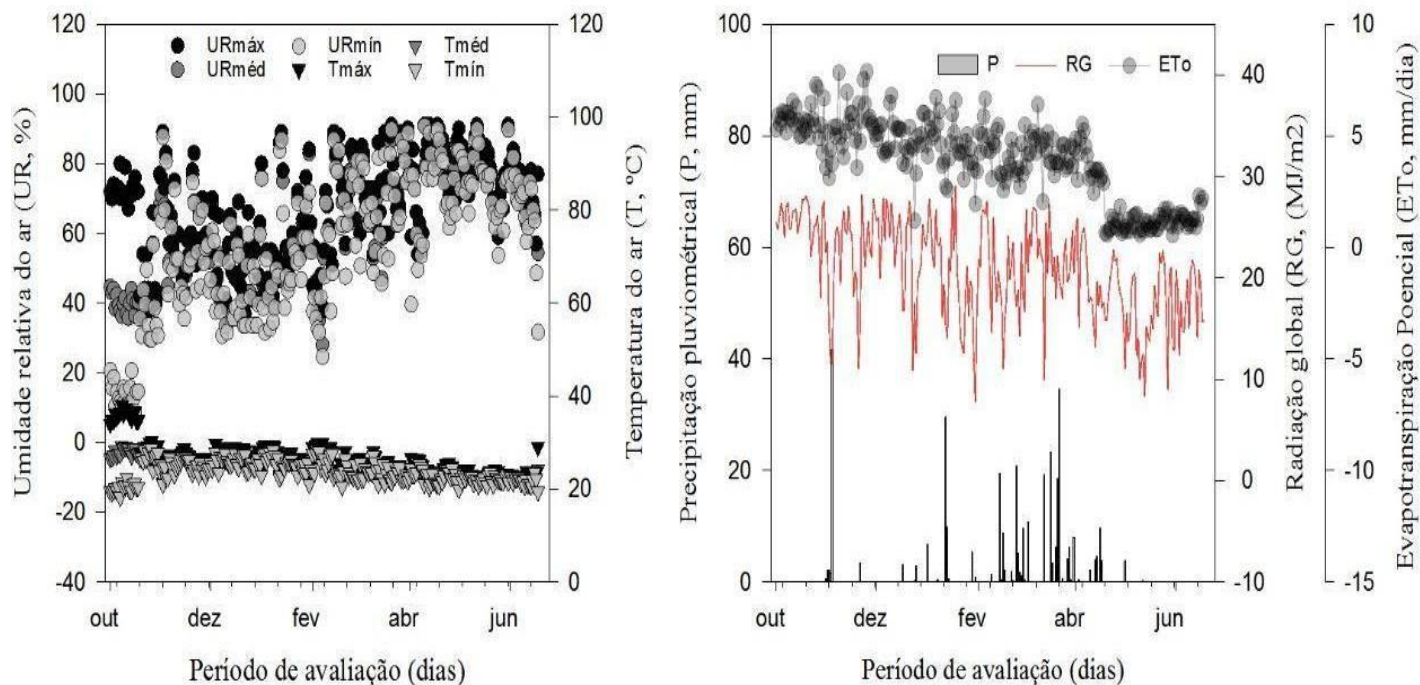
A pesquisa foi conduzida de novembro de 2020 até julho de 2021, na área experimental do Grupo de Estudos em Forragicultura (GEFOR), localizada na Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), Unidade Acadêmica de Serra Talhada (UAST), em Serra Talhada – PE, microrregião do Sertão do Pajeú – PE (Latitude 7°57'24" Sul; Longitude 38°17'44" Oeste e Altitude 490 m) (Figura 1). Conforme a classificação de Köppen, o clima enquadra-se no tipo BSw<sup>h</sup>, semiárido, quente e seco (ALVARES et al., 2013; DUBREUIL et al., 2018).

Figura 1. Localização geográfica da área experimental



Durante todo o período experimental foram monitoradas as variáveis meteorológicas, representadas na figura 2. Salienta-se, que todos os dados foram obtidos, de uma estação meteorológica automática de propriedade do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), localizada próximo da área experimental.

Figura 2. Variação da precipitação pluvial (P, mm), evapotranspiração potencial (ETo, mm/dia), radiação solar global (RG, MJ/m<sup>2</sup>), umidade relativa (UR, %) e temperatura do ar (T, °C), de outubro de 2020 a julho de 2021



Fonte: INIMET.

Antes da implantação do experimento, foi realizada a coleta de solo, na profundidade de 0 a 20 cm, com o objetivo de determinar os atributos químicos e físicos do solo. Posteriormente as amostras foram acondicionadas em sacos plásticos, devidamente identificadas e encaminhadas para o laboratório de solos, do Instituto Agrônomo de Pernambuco (IPA).

O solo da área experimental foi classificado como Cambissolo Háplico Ta Eutrófico típico (EMBRAPA, 2013), com as seguintes características: pH (água) = 6,80; P (Mehlich) = 38,0 mg dm<sup>-3</sup>; K<sup>+</sup> = 0,45 cmolc dm<sup>-3</sup>; Na<sup>+</sup> = 0,6 cmolc dm<sup>-3</sup>; Ca<sup>2+</sup> = 5,30 cmolc dm<sup>-3</sup>; Mg<sup>2+</sup> = 1,10 cmolc dm<sup>-3</sup>; H<sup>+</sup> Al<sup>3+</sup> = 1,1 cmolc dm<sup>-3</sup>; SB = 7,45 cmolc dm<sup>-3</sup>; CTC = 8,55 cmolc dm<sup>-3</sup>; V% = 87,13%; matéria orgânica = 7,93 g kg<sup>-1</sup>; areia = 828,6 g kg<sup>-1</sup>; silte = 148,25 g kg<sup>-1</sup>; argila = 23,15 g kg<sup>-1</sup> e densidade do solo de 1,45 g dm<sup>-3</sup>.

A pesquisa seguiu o delineamento em blocos casualizados, com parcelas subdivididas, com três repetições. As parcelas principais foram formadas pelos sistemas de cultivo de dois clones de palma forrageira [*Nopalea cochenillifera* (L.) Salm-Dyck clone Doce Miúda; *Opuntia stricta* (L.) clone Orelha de Elefante Mexicana] em monocultivo (cultivo

solteiro) e em consórcio com a pornunça (*Manihot glaziovii* x *Manihot esculenta*). As subparcelas foram constituídas de três intensidades de corte na palma, mantendo-se dois cladódios primários, todos os cladódios primários e todos os cladódios secundários no momento da colheita (Figura 3).

Figura 3. Área experimental



Fonte: Autor.

A unidade experimental (área de 24,0 m<sup>2</sup>; 5,0 x 4,8 m) foi composta por três fileiras de palma forrageira, independentemente do clone avaliado, com 25 plantas por fileira, perfazendo 75 plantas por unidade experimental. O espaçamento adotado na cultura da palma foi de 1,60 m entre linhas e 0,20 m entre plantas, correspondendo a uma densidade populacional de 31.250 plantas ha<sup>-1</sup>.

Foi adotado para a pornunça o espaçamento de 1,6 x 1,0 m (6.250 plantas ha<sup>-1</sup>). No consórcio palma-pornunça, são utilizadas três fileiras de palma e duas fileiras de pornunça cultivadas na entrelinha da palma totalizando uma densidade populacional de 37.500 plantas ha<sup>-1</sup> (31.250 plantas de palma ha<sup>-1</sup> + 6.250 plantas de pornunça ha<sup>-1</sup>).

A palma e a pornunça foram cultivadas sob condições naturais de chuva (sem irrigação) e sem nenhum tipo de adubação. Durante o período experimental, realizou-se quando necessário, o controle de plantas daninhas, a fim de evitar que as mesmas provocassem alguma interferência nos sistemas de cultivos e, conseqüentemente, nos resultados da pesquisa.

#### **4.2 Características agrônômicas avaliadas na palma forrageira**

Foram avaliados na palma forrageira, mensalmente, parâmetros estruturais no cladódio e na planta: altura de planta (medida da base do cladódio semente até o ápice da planta, que caracteriza a maior altura de projeção da planta), largura de planta (distância entre o ponto mais largo entre uma extremidade e outra da planta), número de cladódios total e por ordem (contagem individual do número de cladódios por ordem, em seguida realizada a soma de tais valores para determinar o número total de cladódios por planta), largura de cladódio (medida horizontal na região central do ponto mais largo entre uma extremidade e outra do cladódio), comprimento de cladódio (medida vertical na região central entre os pontos de maior comprimento entre uma extremidade e outra do cladódio) e espessura de cladódio (medida realizada no ponto mediano entre as faces opostas do cladódio). As medições foram realizadas com o auxílio de trena (altura e largura de planta), paquímetro digital (espessura de cladódio) e régua (comprimento e largura de cladódio) (Figura 4).

A área de cladódio dos dois clones de palma forrageira foi determinada, de acordo com os modelos estatísticos abaixo:

$$N. cochenillifera \Rightarrow AC = CC * LC^{0,985} \text{ (Leite et al., 2020)}$$

$$O. stricta \Rightarrow AC = 2,165CC * LC \text{ (Lucena et al., 2018)}$$

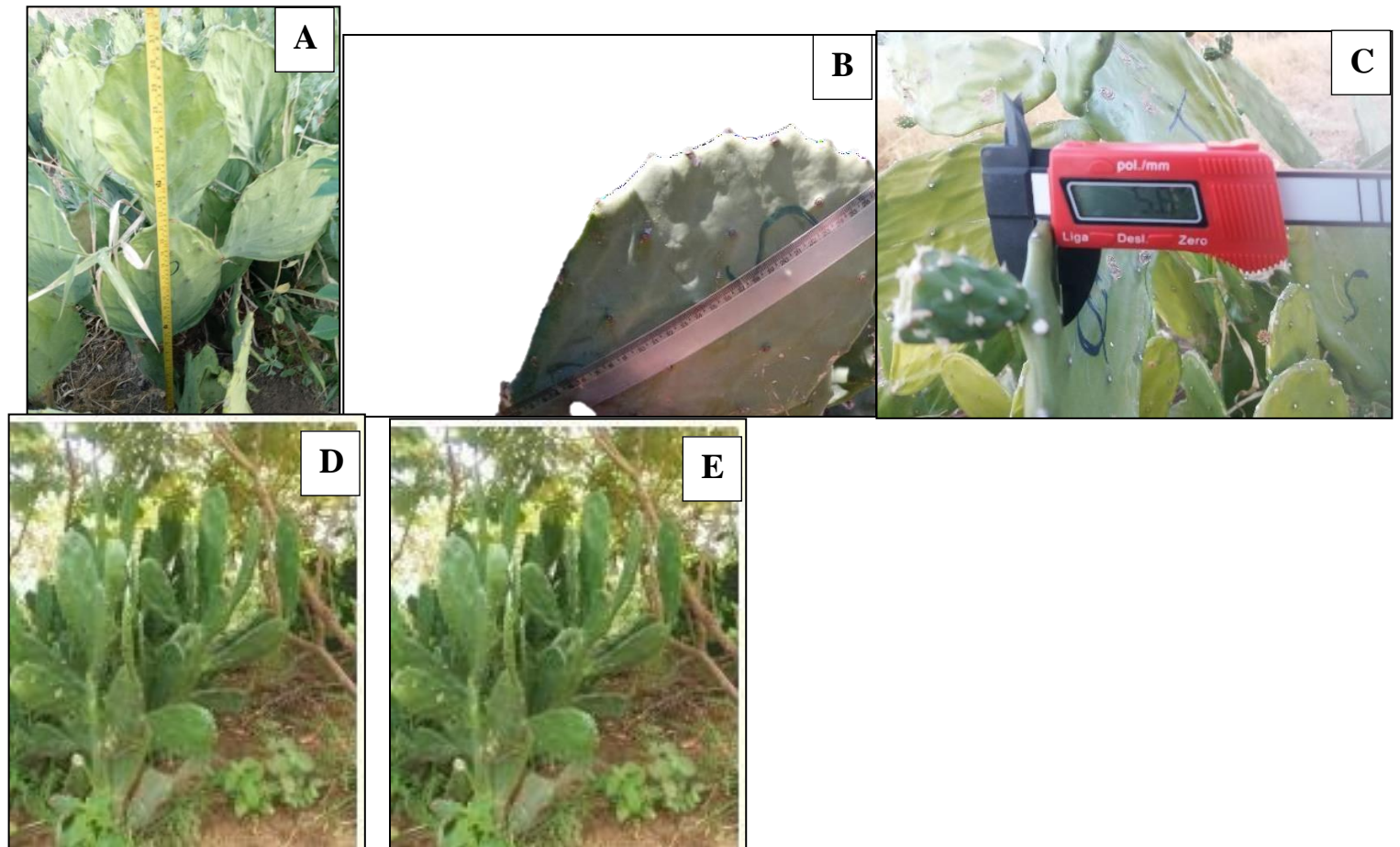
Sendo:

AC a área de cladódio;

CC o comprimento de cladódio;

LC a largura de cladódio.

Figura 4. Medições de altura de planta (A), comprimento do cladódio (B) e espessura de cladódio (C), largura de cladódio (D) e largura de planta (E) de palma forrageira Orelha de Elefante Mexicana (OEM) e Doce Miúda (DM) sob diferentes sistemas de cultivo e intensidades de corte, aos 240 dias após o corte



Também foi avaliada a taxa de sobrevivência da palma, em função da intensidade de corte e sistema de cultivo, onde foi quantificado o número de plantas vivas por fileira, comparando-se com o estande inicial de plantas por linha de cultivo.

Em novembro de 2020, foi realizado o corte de duas plantas por tratamento, de acordo com cada intensidade de corte. Após o corte, todos os cladódios foram pesados em balança eletrônica estimando-se a massa verde por ordem de cladódio e por planta. Para a estimativa de rendimento de massa verde dos clones de palma forrageira, o peso médio das plantas foi multiplicado pela densidade populacional ( $31.250 \text{ plantas ha}^{-1}$ ). Após o corte, foi avaliado a rebrota da palma, conforme metodologia relatada no parágrafo anterior.

### 4.3 Análise estatística

Os dados coletados foram inseridos em planilha eletrônica no Excel, e em seguida submetidos aos testes de normalidade (Shapiro-wilk), homocedasticidade (Cochran), e análise de variância pelo teste F ( $p \leq 0,05$ ). Quando significativas, as médias foram comparadas entre si pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ). O software R-project foi utilizado para realização das análises.

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Durante o período experimental a temperatura do ar média foi de 25,86°C, enquanto que a umidade relativa do ar máxima foi de 60,9% e a mínima de 54,95% (Figura 2). As variáveis meteorológicas encontravam-se dentro das condições climáticas ideais para a palma forrageira, que segundo Souza et al. (2008) a temperatura do ar média ideal deve oscilar entre 16,1 °C e 25,4 °C. Portanto, tal fato pode ter relação direta com a alta taxa de sobrevivência observada no clone Orelha de Elefante Mexicana (OEM), apresentada na Tabela 1.

Diante disso, não foi observado efeito da intensidade de corte sobre a taxa de sobrevivência na palma OEM aos 240 dias após corte (DAC), independentemente do sistema de cultivo, exceto quando foram mantidos dois cladódios primários no momento do corte (Tabela 1). Nos sistemas de cultivo do clone Doce Miúda (DM) observou-se diferença estatística apenas preservando-se até dois cladódios primários.

**Tabela 1.** Taxa de sobrevivência (%) de palma forrageira Orelha de Elefante Mexicana e Doce Miúda sob diferentes sistemas de cultivo e intensidades de corte, aos 240 dias após o corte

| Sistema de cultivo | Intensidade de corte |         |         | p-valor |
|--------------------|----------------------|---------|---------|---------|
|                    | TP                   | TS      | 2P      |         |
| DM                 | 96,00Aa              | 94,64Aa | 72,00Cb | <0,0001 |
| DM X P             | 96,00Aa              | 94,64Aa | 85,32Bb | <0,0001 |
| OEM                | 97,32Aa              | 97,32Aa | 94,64Aa | NS      |
| OEM X P            | 100,00Aa             | 98,64Aa | 90,00Ab | <0,0001 |
| p-valor            | NS                   | NS      | <0,0001 |         |

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey à 5% de probabilidade. NS – Não significativo pelo teste de Tukey à 5% de probabilidade. TP

(Todos os cladódios primários); Todos os cladódios secundários (TS); Até dois cladódios primários (2P); DM (Clone Doce Miúda em monocultivo); DM X P (Clone Doce Miúda em consórcio com Pornunça); OEM (Clone Orelha de Elefante Mexicana em monocultivo); OEM X P (Clone Orelha de Elefante Mexicana em consórcio com Pornunça).

Os resultados da Tabela 01, para o clone OEM, estão de encontro com Farias et al. (2000) que também não observaram diferença estatística com relação a taxa de sobrevivência de *Opuntia ficus-indica* com relação à manutenção de cladódios primários ou secundários no momento do corte.

O monocultivo fez com que a palma DM estivesse mais susceptível à mortalidade em uma maior intensidade de corte, isto é, mantendo-se até dois cladódios primários (Tabela 1), pois as plantas nesse caso, após o corte ficam com menor quantidade de água armazenada assim como fotoassimilados, possibilitando que a planta se torne mais susceptível às variações climáticas.

É importante notar que a palma forrageira consegue se adaptar muito bem a diversos ambientes de cultivo, nesse aspecto, a presença da pornunça, além de incrementar e diversificar a oferta de forragem para os animais, também não prejudicou a sobrevivência da palma forrageira.

Para altura de planta (AP), os resultados foram distintos entre o manejo de corte, bem como para os sistemas de cultivo (Tabela 02).

**Tabela 2.** Altura de planta (cm) de clones de palma forrageira Orelha de Elefante Mexicana e Doce Miúda sob diferentes sistemas de cultivo e intensidades de corte, aos 240 dias após o corte

| Sistema de cultivo | Intensidade de corte |               |               | p-valor |
|--------------------|----------------------|---------------|---------------|---------|
|                    | TP                   | TS            | 2P            |         |
| DM                 | 59,00±13,52Cb        | 87,17±17,05Ca | 59,66±13,20Bb | <0,0001 |
| DM X P             | 46,66±14,18Dc        | 77,33±12,66Da | 52,00±10,58Cb | <0,0001 |
| OEM                | 82,66±13,01Ab        | 109,33±6,80Aa | 84,00±4,58Ab  | <0,0001 |
| OEM X P            | 70,66±8,38Bc         | 97,00±7,81Ba  | 81,50±9,19Ab  | <0,0001 |
| p-valor            | <0,0001              | <0,0001       | <0,0001       |         |

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey à 5% de probabilidade. NS – Não significativo pelo teste de Tukey à 5% de probabilidade. TP (Todos os cladódios primários); Todos os cladódios secundários (TS); Até dois cladódios primários (2P); DM (Clone Doce Miúda em monocultivo); DM X P (Clone Doce Miúda em consórcio com Pornunça); OEM (Clone Orelha de Elefante Mexicana em monocultivo); OEM X P (Clone Orelha de Elefante Mexicana em consórcio com Pornunça).

Se tratando da altura de planta (AP), no clone OEM a maior média de altura obtida, se deu quando o clone em questão era mantido no manejo de corte que preservou todos os cladódios secundários, existindo diferença estatística no que se refere ao sistema de cultivo, com superioridade para o monocultivo (Tabela 02).

No clone DM, a manutenção de todos os cladódios secundários no cultivo exclusivo, se destaca sobre as demais intensidades de corte e sistemas de cultivo, observando-se nessa situação valores médios de AP de 87,17 cm, de modo que essa intensidade de corte houve diferença para o sistema de cultivo consorciado que obteve valores médios de 77,33 cm. Por outro lado, a menor altura no clone DM foi encontrada no cultivo consorciado onde se manteve todos os cladódios primários (46,66 cm).

Portanto, é possível constatar que a manutenção de todos os cladódios secundários se torna benéfico para a produção de plantas com maior altura. Percebe-se, nesse caso, um efeito natural sobre a altura da planta, que é inversamente proporcional à intensidade de corte. Ou seja, a intensidade de corte menos severa, onde se preserva todos cladódios secundários, independentemente do clone, resultou em maior altura de planta.

Queiroz et al. (2015) encontraram valores semelhantes para o clone OEM, onde foi observado altura de planta, de 88,2 cm, quando as plantas eram mantidas sobre lâmina de irrigação com 976 mm. Nesse ponto, se torna interessante destacar, que a precipitação pluvial total durante todo o ciclo de avaliação do experimento, foi de pouco mais de 668,8 mm (Figura 2), elucidando que em regime de sequeiro com baixa precipitação pluvial, o sistema de cultivo em consórcio é capaz de assegurar que as plantas, não tenham seu crescimento comprometido.

No clone OEM, quando foram mantidos até dois cladódios primários, não existiu diferença significativa entre o monocultivo e consórcio. Tal comportamento, apresenta uma correlação com o metabolismo fisiológico da palma, já que essa planta realiza o processo de abertura dos estômatos no período noturno, portanto, quando a palma está com seus estômatos abertos, existe todo um microclima formado pela presença da pornunça, atenuando assim o efeito das intempéries climáticas no crescimento da palma forrageira.

Por outro lado, Moura et al. (2020) relataram valores médios de AP com 71,78 e 80,67 cm para os clones DM e OEM, em sistemas de cultivo em consórcio com a pornunça e cultivo exclusivo aos 510 DAC, respectivamente. Os autores verificaram que o sistema de cultivo em consórcio não afetou o crescimento da palma forrageira, independentemente do clone avaliado.

Outros autores, como Silva et al. (2014b) também avaliaram a altura das plantas dos genótipos OEM e Miúda cortadas aos 745 dias após o plantio e obtiveram valores de 80,56 e 68,11 cm, respectivamente. Portanto, é possível inferir que a palma OEM, apresenta maior expansão em altura de planta, se comparada com o clone DM.

Com relação a largura de planta (LP), nota-se diferença entre as intensidades de corte e sistemas de cultivo (Tabela 3), comportamento semelhante ao observado na variável altura de planta, discutido anteriormente.

**Tabela 3.** Largura de planta (cm) de clones de palma forrageira Orelha de Elefante Mexicana e Doce Miúda sob diferentes sistemas de cultivo e intensidades de corte, aos 240 dias após o corte

| Sistema de cultivo | Intensidade de corte |               |               | p-valor |
|--------------------|----------------------|---------------|---------------|---------|
|                    | TP                   | TS            | 2P            |         |
| DM                 | 63,83±16,78Bb        | 98,00±18,73Ba | 58,33±25,65Bb | <0,0001 |
| DM X P             | 46,33±5,50Cb         | 69,33±27,73Ca | 32,66±8,08Cc  | <0,0001 |
| OEM                | 65,33±18,17Bc        | 98,66±27,39Ba | 79,00±33,04Ab | <0,0001 |
| OEM X P            | 73,00±15,13Ab        | 121,33±6,02Aa | 63,50±10,60Bc | <0,0001 |
| p-valor            | <0,0001              | <0,0001       | <0,0001       |         |

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey à 5% de probabilidade. NS – Não significativo pelo teste de Tukey à 5% de probabilidade. TP (Todos os cladódios primários); TS (Todos os cladódios secundários); 2P (Até dois cladódios primários); DM (Clone Doce Miúda em monocultivo); DM X P (Clone Doce Miúda em consórcio com Pornunça); OEM (Clone Orelha de Elefante Mexicana em monocultivo); OEM X P (Clone Orelha de Elefante Mexicana em consórcio com Pornunça).

No clone DM, o cultivo solteiro com a preservação de todos os cladódios secundários obteve a maior LP, com 98,00 cm, seguindo pelo consórcio na mesma intensidade de corte. Porém, a menor média (32,66 cm) foi encontrada no consórcio com a manutenção de até dois cladódios primários.

Os resultados observados nas tabelas 02 e 03, que para a largura e altura de planta, quando são mantidos todos os cladódios secundários, obtemos plantas maiores e mais largas. Tal fato se explica, pois nesse caso se tem um maior índice de área de cladódio remanescente após a colheita, o que possibilitou às plantas maior eficiência fotossintética, favorecendo o crescimento mais rápido à planta (FARIAS et al., 2000; SOUZA et al., 2020).

Os valores da Tabela 3 são superiores no monocultivo com a manutenção de todos os cladódios secundários no clone DM (98 cm), aos elucidados por Santana et al. (2021), onde LP foi de 83,8 cm.

Segundo Nascimento et al. (2011), um dos fatores que influenciam diretamente no crescimento da palma forrageira, se caracteriza pela densidade de plantio, portanto quanto maior a densidade de plantio ou redução no espaço disponível para a palma, menor será o seu desenvolvimento vegetativo. Comportamento esse, que está de acordo com os resultados de altura e largura de planta, apresentados na tabelas 2 e 3, onde na intensidade de corte menos intensa houve prejuízo para a expansão em altura e largura de planta, em função da presença da pornunça (sistema de cultivo em consórcio).

Em relação às características número de cladódios totais, observa-se que existiu diferença na quantidade de cladódios em função dos manejos de intensidade de corte e sistemas de cultivo da palma (Tabela 4).

**Tabela 4.** Número total de cladódios clones de palma forrageira Orelha de Elefante Mexicana e Doce Miúda sob diferentes sistemas de cultivo e intensidades de corte, aos 240 dias após o corte

| Sistema de cultivo | Intensidade de corte |               |              | p-valor |
|--------------------|----------------------|---------------|--------------|---------|
|                    | TP                   | TS            | 2P           |         |
| DM                 | 17,66±6,65Ab         | 40,33±13,57Aa | 21,00±5,56Ab | <0,0001 |
| DM X P             | 11,33±4,93Bb         | 22,33±3,78Ba  | 8,33±3,21Cb  | <0,0001 |
| OEM                | 16,00±9,00Aa         | 14,33±7,23Ca  | 14,33±1,52Ba | NS      |
| OEM X P            | 18,33±8,08Aa         | 15,33±3,78Ca  | 10,50±4,94Cb | <0,0001 |
| p-valor            | <0,0001              | <0,0001       | <0,0001      |         |

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey à 5% de probabilidade. NS – Não significativo pelo teste de Tukey à 5% de probabilidade. TP (Todos os cladódios primários); TS (Todos os cladódios secundários); 2P (Até dois cladódios primários); DM (Clone Doce Miúda em monocultivo); DM X P (Clone Doce Miúda em consórcio com Pornunça); OEM (Clone Orelha de Elefante Mexicana em monocultivo); OEM X P (Clone Orelha de Elefante Mexicana em consórcio com Pornunça).

Para o número total de cladódios (NTC) no clone OEM, não houve diferença estatística entre as diferentes intensidades de corte, quando a palma foi cultivada na ausência da pornunça. Porém o consórcio mantendo-se todos os cladódios primários mostrou-se com o menor número de cladódios (18,33 cladódios), de modo que, as demais intensidades de corte no consórcio, não diferem entre elas pelo teste de Tukey a 5%.

A manutenção de todos os cladódios secundários no momento do corte, no cultivo solteiro obteve o maior NTC para o clone DM, seguido pela mesma intensidade de corte, mas no cultivo consorciado com a pornunça. Portanto, um maior número de cladódios preservados implicará em uma maior área fotossintética, que pode favorecer o crescimento mais rápido e maior produtividade (SOUZA et al., 2020), fato esse que pode explicar os resultados observados na Tabela 4.

Cunha et al. (2012) encontraram valores médios de 27,75 cladódios para o clone DM na ausência de adubação nitrogenada, semelhante ao observado no consórcio com a preservação de todos os cladódios secundários, e inferior ao monocultivo na mesma intensidade de corte, para o clone DM. Além disso, Pereira et al. (2015), observaram para o número de cladódios por planta de 13,9 no clone DM, valor também inferior ao observado nos tratamentos supracitados.

Souza et al. (2020) também avaliaram diferentes intensidades de corte na palma forrageira OEM e observaram valores de 11,34, 17,47 e 24,75 cladódios para os tratamentos onde foram preservados apenas o cladódio-mãe, cladódios primários e cladódios secundários, respectivamente. Valores estes inferiores ao monocultivo com manutenção de até dois cladódios primários, semelhante ao mesmo sistema de cultivo, mas na condição onde se manteve todos os primários, e superiores ao consórcio quando não foram removidos os cladódios secundários, no clone OEM.

Ademais, o monocultivo com a manutenção de todos os cladódios secundários apresentou a maior média para o número total de cladódios (40,33) no clone DM, valor este, superior ao observado por Pereira et al. (2015), que obtiveram 13,9 cladódios por planta no clone DM. Já para o clone OEM, os autores constataram valores médios de 13,5 cladódios, valor inferior ao tratamento onde todos os cladódios primários foram mantidos no clone OEM, na presença do consórcio (Tabela 4).

Araújo Júnior et al. (2021) observaram em seus estudos número médio de 32 e 13 cladódios no clone DM e OEM, respectivamente, valores estes superiores aos encontrados na tabela 04, no caso do clone DM em todos os tratamentos, exceto quando se mantinha todos os cladódios secundários no momento do corte, na condição de cultivo solteiro. Por outro lado, no clone OEM, os valores observados pelos autores citados, são semelhantes aos da tabela 4. Além disso, Lédo et al. (2019) apresentaram valor médio de 18,9 cladódios, no clone gigante com a palma plantada no espaçamento 3.0 x 1.0 x 0.2 m, valor esse superior a todos os tratamentos do clone OEM, apresentados na Tabela 4.

Por outro lado, Cunha et al. (2012) encontraram valores médios de 27,75 cladódios para o clone DM na ausência de adubação nitrogenada, semelhantes aos observados no consórcio com a manutenção de todos os cladódios secundários e inferior ao monocultivo na mesma intensidade de corte, para o clone DM.

De acordo com Amorim (2011) o estudo do número de cladódios da palma forrageira, se mostra de grande importância, já que a palma forrageira se propaga de forma vegetativa, por meio dos cladódios, logo um manejo adotado e/ou clone cultivado, que proporcione o maior número de cladódios por planta, do ponto de vista econômico é bastante interessante para o produtor rural, que deseja comercializar cladódios para o plantio, tendo nesse caso um maior ganho por hectare cultivado. Nesse caso, mais uma vez o consórcio é uma alternativa de plantio interessante, até mesmo para esse perfil de produtor rural, ademais um maior número de cladódios, implica em maior oferta de forragem para o rebanho.

Considerando o número de cladódios primários (NCp) nos dois clones avaliados, as diferentes intensidades de corte e sistemas de cultivo não diferiram estatisticamente, exceto no clone OEM em consórcio com a pornunça com a manutenção de todos os cladódios primários, que por sua vez obteve o maior número de cladódios primários no clone em questão (10,00 cladódios) (Tabela 5).

**Tabela 5.** Número de cladódios primários de clones de palma forrageira Orelha de Elefante Mexicana e Doce Miúda sob diferentes sistemas de cultivo e intensidades de corte, aos 240 dias após o corte

| Sistema de cultivo | Intensidade de corte |             |             | p-valor |
|--------------------|----------------------|-------------|-------------|---------|
|                    | TP                   | TS          | 2P          |         |
| DM                 | 4,66±1,15Ba          | 3,00±1,00Aa | 4,66±0,57Aa | NS      |
| DM X P             | 2,66±0,57Ba          | 4,00±1,00Aa | 2,66±0,57Aa | NS      |
| OEM                | 3,00±1,00Ba          | 3,00±1,00Aa | 3,33±0,57Aa | NS      |
| OEM X P            | 10,00±11,26Aa        | 4,00±2,64Ab | 3,0±1,00Ab  | <0,0001 |
| p-valor            | <0,0001              | NS          | NS          |         |

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey à 5% de probabilidade. NS – Não significativo pelo teste de Tukey à 5% de probabilidade. TP (Todos os cladódios primários); TS (Todos os cladódios secundários); 2P (Até dois cladódios primários); DM (Clone Doce Miúda em monocultivo); DM X P (Clone Doce Miúda em consórcio com Pornunça); OEM (Clone Orelha de Elefante Mexicana em monocultivo); OEM X P (Clone Orelha de Elefante Mexicana em consórcio com Pornunça).

Carvalho Filho (2018), comprovou em seus estudos que a radiação fotossinteticamente ativa impacta a capacidade de assimilação de CO<sub>2</sub> por plantas de metabolismo ácido das crassuláceas (MAC), como é o caso da palma forrageira. Tomando esse raciocínio, seria provável que o efeito do sombreamento afetasse o número de cladódios primários, por exemplo, no entanto, observa-se que mesmo com a presença da pornunça a palma não obteve alteração no número de cladódios primários.

Diante desse contexto, quando se realiza o corte ou desfolha de uma planta está se estimulando diretamente o crescimento do seu tecido vegetativo, que no caso da palma se expressa, por exemplo, no número de cladódios. Nesse caso, era de se esperar que se aplicando uma intensidade de corte mais severa, se teria maior estímulo para o surgimento de maior número de cladódios primários, no entanto isso não aconteceu.

Tal fato demonstra que a palma forrageira de alguma forma regula o seu crescimento pela disponibilidade de reservas da planta, pois mesmo aplicando uma intensidade de corte mais intensa, mesmo assim a palma, não aumenta expressivamente o número de cladódios, possivelmente devido a uma questão de sobrevivência, pois estes também funcionam como drenos de água e fotoassimilados, durante períodos de escassez hídrica.

Por outro lado, no caso do número de cladódios secundários (NCs), no clone OEM quando consorciado com a pornunça, não houve diferença significativa entre as diferentes intensidades. Já no clone DM, o consórcio mantendo-se até dois cladódios primários, apresenta o menor número de cladódios secundários (5,00 cladódios), por outro lado os maiores valores foram obtidos no consórcio com a manutenção de todos os cladódios secundários, com média de 12,66 cladódios secundários (Tabela 6).

**Tabela 6.** Número de cladódios secundários de clones de palma forrageira Orelha de Elefante Mexicana e Doce Miúda sob diferentes sistemas de cultivo e intensidades de corte, aos 240 dias após o corte

| Sistema de cultivo | Intensidade de corte |              |              | p-valor |
|--------------------|----------------------|--------------|--------------|---------|
|                    | TP                   | TS           | 2P           |         |
| DM                 | 9,00±5,56Bb          | 9,33±1,15Bb  | 12,00±2,64Aa | <0,0001 |
| DM X P             | 8,66±4,61Bb          | 12,66±2,08Aa | 5,00±2,64Bc  | <0,0001 |
| OEM                | 13,00±8,00Aa         | 6,00±4,58Cb  | 11,00±1,73Aa | <0,0001 |
| OEM X P            | 8,33±5,13Ba          | 6,00±3,00Ca  | 7,50±4,94Ba  | NS      |
| p-valor            | <0,0001              | <0,0001      | <0,0001      |         |

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey à 5% de probabilidade. NS – Não significativo pelo teste de Tukey à 5% de probabilidade. TP

(Todos os cladódios primários); Todos os cladódios secundários (TS); Até dois cladódios primários (2P); DM (Clone Doce Miúda em monocultivo); DM X P (Clone Doce Miúda em consórcio com Pornunça); OEM (Clone Orelha de Elefante Mexicana em monocultivo); OEM X P (Clone Orelha de Elefante Mexicana em consórcio com Pornunça).

Levando em consideração o comprimento de cladódio primário nos dois clones, OEM e DM, a manutenção de até dois cladódios primários promoveu cladódios primários de maior comprimento (Tabela 07).

**Tabela 7.** Comprimento de cladódio primário (cm) de clones de palma forrageira Orelha de Elefante Mexicana e Doce Miúda sob diferentes sistemas de cultivo e intensidades de corte, aos 240 dias após o corte

| Sistema de cultivo | Intensidade de corte |              |              | p-valor |
|--------------------|----------------------|--------------|--------------|---------|
|                    | TP                   | TS           | 2P           |         |
| DM                 | 18,00±2,00Bb         | 15,66±7,76Cb | 23,00±3,60Ba | <0,0001 |
| DM X P             | 18,33±4,93Bb         | 22,33±2,51Ba | 22,33±3,21Ba | <0,0001 |
| OEM                | 30,66±2,30Aa         | 26,66±4,61Ab | 32,66±4,50Aa | <0,0001 |
| OEM X P            | 29,33±4,16Ab         | 26,66±2,08Ab | 34,50±0,70Aa | <0,0001 |
| p-valor            | <0,0001              | <0,0001      | <0,0001      |         |

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey à 5% de probabilidade. NS – Não significativo pelo teste de Tukey à 5% de probabilidade. TP (Todos os cladódios primários); Todos os cladódios secundários (TS); Até dois cladódios primários (2P); DM (Clone Doce Miúda em monocultivo); DM X P (Clone Doce Miúda em consórcio com Pornunça); OEM (Clone Orelha de Elefante Mexicana em monocultivo); OEM X P (Clone Orelha de Elefante Mexicana em consórcio com Pornunça).

Lucena et al. (2021a), obtiveram valores médios de 18,77 cm para o clone DM, valor inferior ao encontrado no presente estudo no mesmo clone independente da intensidade de corte e sistema de cultivo (Tabela 7). Por outro lado, Cirino Júnior et al. (2022) encontraram valores médio de 21,7 cm para o comprimento dos cladódios da palma Doce miúda, submetida a adubação com potássio, valores estes superiores aos da Tabela 07, em todos os tratamentos avaliados. Ademais, Gomes et al. (2016) ao avaliarem a palma DM demonstraram valores para o comprimento de cladódio de primeira ordem com 12,52 cm, utilizando adubação com esterco bovino, resultado também inferior aos apresentados na Tabela 07.

Em relação à largura de cladódio primário (LCP), no clone OEM a manutenção de até dois cladódios primários promoveu uma maior largura dos cladódios. No caso do clone DM, a manutenção de até dois cladódios primários com a palma na ausência do consórcio,

assim como a preservação de todos os cladódios secundários no monocultivo, apresentaram os maiores valores médios com 13,00 e 27,66 cm (Tabela 8).

**Tabela 8.** Largura de cladódio primário (cm) de clones de palma forrageira Orelha de Elefante Mexicana e Doce Miúda sob diferentes sistemas de cultivo e intensidades de corte, aos 240 dias após o corte

| Sistema de cultivo | Intensidade de corte |               |              | p-valor |
|--------------------|----------------------|---------------|--------------|---------|
|                    | TP                   | TS            | 2P           |         |
| DM                 | 8,66±2,88Bc          | 27,66±32,34Aa | 13,00±5,00Bb | <0,0001 |
| DM X P             | 10,83±5,34Bab        | 12,00±2,00Ca  | 8,33±0,57Cb  | <0,0001 |
| OEM                | 22,66±3,78Ab         | 20,00±1,73Bb  | 26,66±3,21Aa | <0,0001 |
| OEM X P            | 23,50±4,27Ab         | 21,66±6,65Bb  | 26,50±0,70Aa | <0,0001 |
| p-valor            | <0,0001              | <0,0001       | <0,0001      |         |

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey à 5% de probabilidade. NS – Não significativo pelo teste de Tukey à 5% de probabilidade. TP (Todos os cladódios primários); TS (Todos os cladódios secundários); 2P (Até dois cladódios primários); DM (Clone Doce Miúda em monocultivo); DM X P (Clone Doce Miúda em consórcio com Pornunça); OEM (Clone Orelha de Elefante Mexicana em monocultivo); OEM X P (Clone Orelha de Elefante Mexicana em consórcio com Pornunça).

Para a espessura de cladódio primário (ECP), no clone OEM, a manutenção de até dois cladódios primários, promoveu maior incremento na espessura dos cladódios. Em contrapartida no clone DM os tratamentos com manutenção de todos os cladódios secundários, em monocultivo apresentou a maior média para a variável. Nesse contexto, a maior ECP está relacionada Segundo Lucena et al. (2021), com uma estratégia de sobrevivência da palma, que nesse caso armazena mais água no vacúolo das células, o que leva ao incremento da espessura do cladódio (Tabela 09).

**Tabela 9.** Espessura de cladódio primário (mm) de clones de palma forrageira Orelha de Elefante Mexicana e Doce Miúda sob diferentes sistemas de cultivo e intensidades de corte, aos 240 dias após o corte

| Sistema de cultivo | Intensidade de corte |               |               | p-valor |
|--------------------|----------------------|---------------|---------------|---------|
|                    | TP                   | TS            | 2P            |         |
| DM                 | 37,40±9,73Ab         | 45,43±15,40Aa | 38,76±3,24Ab  | <0,0001 |
| DM X P             | 33,26±19,45Ab        | 30,50±1,34Bb  | 38,90±10,95Aa | <0,0001 |
| OEM                | 22,53±6,75Bb         | 21,66±3,67Cb  | 27,16±9,15Ba  | <0,0001 |
| OEM X P            | 18,63±3,49Cb         | 22,86±7,10Cb  | 27,40±4,24Ba  | <0,0001 |

| p-valor  | <0,0001 | <0,0001 | <0,0001 |
|--|---------|---------|---------|
| Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey à 5% de probabilidade. NS – Não significativo pelo teste de Tukey à 5% de probabilidade. TP (Todos os cladódios primários); Todos os cladódios secundários (TS); Até dois cladódios primários (2P); DM (Clone Doce Miúda em monocultivo); DM X P (Clone Doce Miúda em consórcio com Pornunça); OEM (Clone Orelha de Elefante Mexicana em monocultivo); OEM X P (Clone Orelha de Elefante Mexicana em consórcio com Pornunça). |         |         |         |

Para tanto, é possível inferir que a palma DM apresentou maior número de cladódios por planta e menor valor de comprimento e largura de cladódio. Isso porque as plantas pertencentes ao gênero *Nopalea* sp. apresentam maior quantidade de cladódios e cladódios menores, quando comparadas às do gênero *Opuntia* sp. (CAVALCANTE et al., 2014; SILVA et al., 2021).

Lucena et al. (2021a), obtiveram valores médios de 18,77 cm de comprimento de cladódio para o clone DM, valor inferior ao encontrado em todos os tratamentos no clone DM em cultivo solteiro ou consórcio, independentemente da intensidade de corte aplicada. Ademais, Gomes et al. (2016) ao avaliarem a palma DM obtiveram valores para o comprimento de cladódio primário, com 12,52 cm utilizando adubação com esterco bovino. Esses autores verificaram para o clone DM valores de 5,87 cm e 67,63 mm para o comprimento e espessura de cladódio, respectivamente. Já Lucena et al. (2021a) obtiveram valores médios de 7,82 cm de largura e 14,11 mm para a espessura de cladódio no clone DM.

No que se refere ao clone OEM, para o comprimento de cladódio secundário, o tratamento onde todos os cladódios primários são mantidos no momento do corte, em monocultivo, assim como, no consórcio com preservação de até dois cladódios primários, não diferiram entre si. Porém, no clone DM o monocultivo mantendo-se todos os cladódios primários apresentou menor valor para a variável em questão (Tabela 10).

**Tabela 10.** Comprimento de cladódio secundário (cm) de clones de palma forrageira Orelha de Elefante Mexicana e Doce Miúda sob diferentes sistemas de cultivo e intensidades de corte, aos 240 dias após o corte

| Sistema de cultivo | Intensidade de corte |              |              | p-valor |
|--------------------|----------------------|--------------|--------------|---------|
|                    | TP                   | TS           | 2P           |         |
| DM                 | 16,83±1,25Cb         | 21,66±4,72Ca | 21,00±3,60Ba | <0,0001 |
| DM X P             | 19,83±1,25Ba         | 20,66±5,68Ca | 20,33±3,05Ba | NS      |
| OEM                | 23,00±3,46Ac         | 37,33±9,45Aa | 31,66±5,50Ab | <0,0001 |
| OEM X P            | 25,16±2,75Ac         | 28,00±0,00Bb | 31,00±7,07Aa | <0,0001 |

|         |         |         |         |
|---------|---------|---------|---------|
| p-valor | <0,0001 | <0,0001 | <0,0001 |
|---------|---------|---------|---------|

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey à 5% de probabilidade. NS – Não significativo pelo teste de Tukey à 5% de probabilidade. TP (Todos os cladódios primários); Todos os cladódios secundários (TS); Até dois cladódios primários (2P); DM (Clone Doce Miúda em monocultivo); DM X P (Clone Doce Miúda em consórcio com Pornunça); OEM (Clone Orelha de Elefante Mexicana em monocultivo); OEM X P (Clone Orelha de Elefante Mexicana em consórcio com Pornunça).

Pereira et al. (2015), ao avaliarem o clone OEM, mostraram valores médios para o comprimento de cladódio secundário de 10,4 cm, valor inferior ao observado no clone OEM nos tratamentos com a manutenção de todos os cladódios secundários, em monocultivo e consórcio (Tabela 10).

Quando se trata da largura de cladódio secundário, no clone o OEM, a manutenção de todos os cladódios secundários no sistema de cultivo exclusivo, assim como no consórcio preservando-se até dois cladódios secundários, não diferiram entre si e nesse contexto apresentaram os maiores valores para a largura dos cladódios. Já no clone DM, todos os tratamentos não apresentaram diferença estatística, exceto no monocultivo mantendo-se todos os cladódios primários, que diferiu dos demais sistemas de cultivo e intensidade de corte, porém obteve a menor média com 7,96 cm. Ademais, o clone OEM, apresentou cladódios secundários mais compridos do que a palma DM (Tabela 11).

**Tabela 11.** Largura de cladódio secundário (cm) de clones de palma forrageira Orelha de Elefante Mexicana e Doce Miúda sob diferentes sistemas de cultivo e intensidades de corte, aos 240 dias após o corte

| Sistema de cultivo | Intensidade de corte |              |              | p-valor |
|--------------------|----------------------|--------------|--------------|---------|
|                    | TP                   | TS           | 2P           |         |
| DM                 | 7,96±0,95Bb          | 10,66±1,15Ca | 9,66±1,15Bab | <0,0001 |
| DM X P             | 7,50±1,80Ba          | 9,00±1,00Ca  | 7,66±1,15Ba  | NS      |
| OEM                | 17,33±2,51Ac         | 23,16±3,01Aa | 20,33±4,61Ab | <0,0001 |
| OEM X P            | 18,00±3,00Ab         | 18,66±1,52Bb | 22,50±4,94Aa | <0,0001 |
| p-valor            | <0,0001              | <0,0001      | <0,0001      |         |

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey à 5% de probabilidade. NS – Não significativo pelo teste de Tukey à 5% de probabilidade. TP (Todos os cladódios primários); Todos os cladódios secundários (TS); Até dois cladódios primários (2P); DM (Clone Doce Miúda em monocultivo); DM X P (Clone Doce Miúda em consórcio com Pornunça); OEM (Clone Orelha de Elefante Mexicana em monocultivo); OEM X P (Clone Orelha de Elefante Mexicana em consórcio com Pornunça).

Quando comparamos o comprimento e largura dos cladódios primários e secundários, quase que na totalidade dos tratamentos, o clone OEM apresentou dimensões superiores ao

clone DM, corroborando com Silva et al. (2014b), onde segundo esses autores as plantas do gênero *Opuntia*, apresentam cladódios de maior comprimento e largura quando comparados aos cladódios de plantas do gênero *Nopalea*. Ademais, de acordo com Moura et al. (2020), o clone OEM naturalmente se sobressai quando comparado ao clone Miúda para as variáveis comprimento e largura de cladódio.

Para a espessura de cladódio secundário, a palma OEM, na preservação de até dois cladódios primários em monocultivo ou no consórcio, obtiveram os maiores valores para a variável em questão. No caso, da palma DM, monocultivo com a manutenção de todos os cladódios secundários apresentou o maior valor para a variável com 36,43 mm (Tabela 12).

**Tabela 12.** Espessura de cladódio secundário (mm) de clones de palma forrageira Orelha de Elefante Mexicana e Doce Miúda sob diferentes sistemas de cultivo e intensidades de corte, aos 240 dias após o corte

| Sistema de cultivo | Intensidade de corte |               |              | p-valor |
|--------------------|----------------------|---------------|--------------|---------|
|                    | TP                   | TS            | 2P           |         |
| DM                 | 17,30±2,94Ab         | 36,43±11,13Aa | 16,53±1,10Ab | <0,0001 |
| DM X P             | 16,23±4,22Ab         | 21,66±11,45Ba | 14,56±0,05Ab | <0,0001 |
| OEM                | 13,96±1,88Bb         | 20,76±3,78Ba  | 14,90±1,83Ab | <0,0001 |
| OEM X P            | 15,73±5,27Bb         | 18,83±2,50Ba  | 16,00±0,00Ab | <0,0001 |
| p-valor            | <0,0001              | <0,0001       | NS           |         |

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey à 5% de probabilidade. NS – Não significativo pelo teste de Tukey à 5% de probabilidade. TP (Todos os cladódios primários); TS (Todos os cladódios secundários); 2P (Até dois cladódios primários); DM (Clone Doce Miúda em monocultivo); DM X P (Clone Doce Miúda em consórcio com Pornunça); OEM (Clone Orelha de Elefante Mexicana em monocultivo); OEM X P (Clone Orelha de Elefante Mexicana em consórcio com Pornunça).

Cunha et al. (2012), encontraram valores para a palma DM em relação ao comprimento, largura e espessura, da ordem de 18,37, 8,41 e 1,70 cm respectivamente, onde no caso, da espessura os valores encontrados pelos autores são inferiores aos observados no estudo em questão, mas muito se assemelham em relação ao comprimento e largura dos cladódios (Tabela 2).

Gomes et al. (2016) depararam-se com valores de 10,52 cm, para o comprimento de cladódios secundários no clone DM, valor esse inferior a todos os tratamentos da tabela 07. Com relação à largura os valores médios relatados pelos autores foram de 5,21 cm, valor esse inferior aos da tabela 08. Por fim, na espessura de cladódios secundários, os autores relatam média de 53,24 mm, sendo inferior aos da tabela 09.

Leite et al. (2018) observaram valores na palma DM para comprimento, largura e espessura de cladódio secundário de 29,2 cm, 14,5 cm e 12,3 mm, nessa ordem, valores superiores aos da tabela 10 e 11 e inferior aos da tabela 12, no comparativo entre o clone em questão. Oliveira et al. (2019) encontraram valores médios no clone OEM, para a espessura de cladódio de 8,34 mm, comprimento de 19,83 cm e largura com 25,5 cm, semelhantes aos observados no presente estudo (Tabelas 12, 11 e 10, respectivamente).

No clone DM, Pereira et al. (2015) observaram para o comprimento e espessura de cladódio de primeira ordem, os valores médios na ordem de 16,5 cm e 14,1 mm, respectivamente, valor esse inferior aos valores dos tratamentos apresentados nas tabelas 07 e 09. Por outro lado, no clone OEM, um comprimento de cladódio primário com 23,8 cm e espessura de cladódio de 11,8 mm, valores estes que se assemelham no comprimento, mas são inferiores com relação à espessura de cladódio (Tabela 12).

Além disso, Pereira et al. (2021b), observaram na palma DM, com plantas provenientes de fracionamento do cladódio, comprimento de cladódio de 23,4 cm, largura de 9,8 cm e espessura com 1,1 cm, ambos aos 890 DAP, resultados semelhantes para o comprimento e largura de cladódios primários e secundários, mas inferior para a espessura dos cladódios primários, e semelhante para a espessura dos cladódios secundários.

Ramos et al. (2021), observaram no gênero *Opuntia* com genótipo V03, 15,7 cm de largura de cladódio, 28,9 cm para o comprimento de cladódio, 1,7 cm de espessura de cladódio, inferior, portanto, ao do presente estudo (Tabelas 11, 12 e 13). Ademais, Lucena et al. (2021b) obtiveram valores médios na palma forrageira *Nopalea cochenillifera*, clone gigante, respectivamente de 25,51 cm, 11,49 cm e 15,70 mm, com relação ao comprimento largura e espessura dos cladódios primários, já para os cladódios de segunda ordem, 25,53 cm, 12,06 cm e 11,18 mm, sendo estes semelhantes aos da Tabela 2.

A palma forrageira apresenta uma estrutura diferente das demais forrageiras, como gramíneas e leguminosas, onde o aparelho fotossintético é localizado nas folhas. Na palma, está localizado no cladódio, denominando-se na palma forrageira, área foliar de área de cladódio (LUCENA et al., 2018). Portanto, o conhecimento dessa variável é de fundamental importância para as tomadas de decisão referentes aos sistemas de cultivo e intensidades de corte da palma forrageira.

Diante disso, no caso da palma DM, a maior área de cladódio primário foi encontrada na intensidade de corte, onde se manteve todos os cladódios secundários no momento do corte, independentemente do sistema de cultivo.

Por outro lado, no clone OEM a maior área de cladódio primário foi observada na intensidade de corte onde se manteve até dois cladódios primários no momento do corte, de modo que não houve diferença estatística com relação ao sistema de cultivo (Tabela 13).

Tal fato, pode ter uma relação com o menor número de cladódios remanescentes, no momento do corte, logo as reservas da planta são melhor distribuídas entre os cladódios, resultando em uma maior área.

**Tabela 13.** Área de cladódio primário (cm<sup>2</sup>) de clones de palma forrageira Orelha de Elefante Mexicana e Doce Miúda sob diferentes sistemas de cultivo e intensidades de corte, aos 240 dias após o corte

| Sistema de cultivo | Intensidade de corte |                  |                  | p-valor |
|--------------------|----------------------|------------------|------------------|---------|
|                    | TP                   | TS               | 2P               |         |
| DM                 | 143,79±62,05Bc       | 483,50±654,63Ba  | 256,47±61,62Bb   | <0,0001 |
| DM X P             | 171,47±67,52Bb       | 242,44±65,93Ca   | 168,66±35,80Cb   | <0,0001 |
| OEM                | 1509±72±317,52Ab     | 1160,44±266,63Ac | 1877,77±465,75Aa | <0,0001 |
| OEM X P            | 1517,66±493,42Ab     | 1233,32±297±48Ac | 1979,89±93,38Aa  | <0,0001 |
| p-valor            | <0,0001              | <0,0001          | <0,0001          |         |

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey à 5% de probabilidade. NS – Não significativo pelo teste de Tukey à 5% de probabilidade. TP (Todos os cladódios primários); TS (Todos os cladódios secundários); 2P (Até dois cladódios primários); DM (Clone Doce Miúda em monocultivo); DM X P (Clone Doce Miúda em consórcio com Pornunça); OEM (Clone Orelha de Elefante Mexicana em monocultivo); OEM X P (Clone Orelha de Elefante Mexicana em consórcio com Pornunça).

Com relação à área do cladódio secundário, a intensidade de corte onde se manteve todos os cladódios secundários, se destaca sobre as demais intensidades de corte, no clone DM. Nesse mesmo clone, é importante destacar que para todas as intensidades de corte, o consórcio não afetou a área de cladódio secundário (Tabela 14). Já no clone OEM, a maior área de cladódio secundário foi observada na intensidade de corte que mantém todos os cladódios secundários no momento do corte, no caso do monocultivo (Tabela 14).

O índice de área de cladódio é um parâmetro relacionado à capacidade de fotossíntese dos cactos (LEITE et al., 2020), portanto é um fato de que o consórcio não afetou a capacidade fotossintética do clone DM. Além disso, estes autores ao avaliarem a área de cladódio da palma Doce Miúda, encontraram valores de 163,0 ± 54,4 cm<sup>2</sup> nos cladódios secundários a 109,2 ± 39,1 cm<sup>2</sup> nos cladódios primários, valores inferiores aos expostos nas tabelas 13 e 14.

**Tabela 14.** Área de cladódio secundário (cm<sup>2</sup>) de clones de palma forrageira Orelha de Elefante Mexicana e Doce Miúda sob diferentes sistemas de cultivo e intensidades de corte, aos 240 dias após o corte

| Sistema de cultivo | Intensidade de corte |                  |                  | p-valor |
|--------------------|----------------------|------------------|------------------|---------|
|                    | TP                   | TS               | 2P               |         |
| DM                 | 120,88±5,69Bc        | 206,24±40,31Ca   | 184,78±53,42Bb   | <0,0001 |
| DM X P             | 135,83±39,44Ba       | 165,14±32,21Ca   | 141,26±31,22Ba   | NS      |
| OEM                | 874,66±259,01Ac      | 1884,99±572,10Aa | 1415,18±492,09Ab | <0,0001 |
| OEM X P            | 974,25±141,55Ac      | 1131,57±92,59Bb  | 1547,97±676,65Aa | <0,0001 |
| p-valor            | <0,0001              | <0,0001          | <0,0001          |         |

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey à 5% de probabilidade. NS – Não significativo pelo teste de Tukey à 5% de probabilidade. TP (Todos os cladódios primários); TS (Todos os cladódios secundários); 2P (Até dois cladódios primários); DM (Clone Doce Miúda em monocultivo); DM X P (Clone Doce Miúda em consórcio com Pornunça); OEM (Clone Orelha de Elefante Mexicana em monocultivo); OEM X P (Clone Orelha de Elefante Mexicana em consórcio com Pornunça).

É importante salientar que o experimento em questão foi realizado em condições de campo, em sequeiro (sem irrigação), portanto a variação climática, especialmente a precipitação pluvial, exerceu influência direta no crescimento e desenvolvimento da palma forrageira. Ressalta-se que a precipitação pluvial total acumulada durante o período experimental foi 668,8 mm (Figura 2), fato que demonstra a elevada capacidade da palma de produzir fitomassa mesmo em condições de baixa disponibilidade de água, como é demonstrado na tabela 15.

O sistema de monocultivo do clone OEM, com manutenção de até dois cladódios primários no momento do corte, promoveu a maior produção de matéria natural, 148,52 Mg ha<sup>-1</sup> (Tabela 15). Porém, esse sistema de cultivo com alta intensidade de corte pode proporcionar maior mortalidade de plantas de palma em períodos de seca prolongada, usual no Semiárido brasileiro. Verifica-se superioridade de resposta desse clone, na intensidade de corte intermediária (todos os cladódios primários), para o consórcio em relação ao monocultivo. Além disso, no consórcio, o produtor terá a vantagem adicional da produção de fitomassa da pornunça, que enriquecerá a dieta dos animais com proteína de elevada qualidade.

**Tabela 15.** Estimativa da produção de massa verde ( $\text{Mg ha}^{-1}$ ) de clones de palma forrageira Orelha de Elefante Mexicana e Doce Miúda sob diferentes sistemas de cultivo e intensidades de corte, aos 120 dias após o corte

| Sistema de cultivo | Intensidade de corte |                 |                 | p-valor |
|--------------------|----------------------|-----------------|-----------------|---------|
|                    | TP                   | TS              | 2P              |         |
| DM                 | 173,10±102,70Ab      | 268,83±177,78Aa | 170,13±129,87Ab | <0,0001 |
| DM X P             | 105,19±93,27Bb       | 250,54±129,34Aa | 22,95±10,64Dc   | <0,0001 |
| OEM                | 94,46±65,62Cb        | 53,67±20,12Cc   | 148,52±131,72Ba | <0,0001 |
| OEM X P            | 100,89±27,45Bb       | 113,28±33,47Ba  | 86,34±36,26Cc   | <0,0001 |
| p-valor            | <0,0001              | <0,0001         | <0,0001         |         |

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey à 5% de probabilidade. NS – Não significativo pelo teste de Tukey à 5% de probabilidade. TP (Todos os cladódios primários); TS (Todos os cladódios secundários); 2P (Até dois cladódios primários); DM (Clone Doce Miúda em monocultivo); DM X P (Clone Doce Miúda em consórcio com Pornunça); OEM (Clone Orelha de Elefante Mexicana em monocultivo); OEM X P (Clone Orelha de Elefante Mexicana em consórcio com Pornunça).

Por outro lado, no monocultivo quando todos os cladódios secundários não foram removidos foi obtido o menor valor para a variável em questão, devido ao fato do clone OEM, produzir um menor número de cladódios de terceira e quarta ordem, o que implica diretamente nos valores obtidos. É importante considerar que intensidades de corte menos intensas podem levar a uma menor produção de massa verde, fato importante a ser considerado para a alimentação animal, pois implica diretamente na oferta de forragem. Além disso, é importante notar que a condição de consórcio, preservando todos os cladódios secundários mostrou-se superior ao observado no cultivo solteiro, na mesma intensidade de corte, evidenciando que para o clone OEM, nesta condição e período de avaliação, o consórcio foi benéfico para a produção de fitomassa.

Para a palma DM, quando todos os cladódios secundários foram mantidos, independentemente da condição de cultivo, não diferiram entre si, mas foram superiores aos demais tratamentos neste clone, e apresentaram uma produção de massa verde, respectivamente de 268,83 e 250,54  $\text{Mg ha}^{-1}$ . Embora se tratem das intensidades de corte menos severas, deve-se, nesse caso, considerar a especificidade genética do clone DM, que apresenta um número elevado de cladódios de ordens superiores. E nesse sentido as reservas acumuladas nas plantas desses tratamentos, foram preponderantes para uma maior produção de massa verde.

Souza et al. (2020) encontraram valores para a produção de massa seca da palma OEM, para as intensidades de corte onde se preserva apenas o cladódio semente, todos os

cladódios primários e todos os cladódios secundários, de 20,92, 32,55 e 33,18 Mg.ha<sup>-1</sup>, nessa ordem.

Outros autores, como é o caso de Silva et al. (2015), avaliaram a produtividade de clones de palma forrageira em condições de irrigação suplementar, onde os autores observaram valores médios de 124,3 Mg ha<sup>-1</sup>, para o clone Gigante, 117,5 Mg ha<sup>-1</sup> para o genótipo Miúda, e 163,0 Mg ha<sup>-1</sup> para o clone OEM, ambos na mesma densidade de plantio do estudo em questão, que foi de 31.250 plantas por hectare.

## **6. CONCLUSÃO**

O consórcio palma-pornunça não influencia a mortalidade de plantas da palma forrageira, independentemente do clone avaliado, Orelha de Elefante Mexicana e Doce Miúda, exceto na intensidade de corte que mantem até dois cladódios primários.

A menor intensidade de corte na palma, com presença dos cladódios secundários após a colheita, independentemente do sistema de cultivo, resulta em maior altura e largura de planta.

O sistema de cultivo não afeta o tamanho e área de cladódio primário da palma Orelha de Elefante Mexicana, independentemente da intensidade de corte adotada.

Para a produção de massa verde no clone OEM é mais vantajoso o sistema de monocultivo, quando se mantém no momento do corte até dois cladódios primários.

Para condições edafoclimáticas semelhantes o consórcio palma Doce Miúda e pornunça, preservando-se todos os cladódios secundários na colheita, pode ser considerados o mais promissor e eficiente na produção quali-quantitativa de fitomassa.

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

ALENCAR, F. H. H. D.; SILVA, D. S. D.; ANDRADE, A. P. D.; CARNEIRO, M. S. D. S.; FEITOSA, J. V. Composição química e digestibilidade da pornunça sob duas fontes de adubação orgânica e cortes. **Revista Caatinga**, v. 28, n. 3, p. 215–222, 2015.

ALMEIDA, J., PEIXOTO, C., LEDO, C. A. Caracterização do sistema de produção e utilização da palma forrageira na região semiárida do estado da Bahia. **Enciclopédia Biosfera**, v. 8, n. 15, p. 394–404, 2012.

ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711–728, 2013.

ALVES, R. N.; FARIAS, I. MENEZES, R. S. C.; DE ANDRADE LIRA, M.; SANTOS, D. C. Produção de forragem pela palma após 19 anos sob diferentes intensidades de corte e espaçamentos. **Revista Caatinga**, v.20, n.4, p.38-44, 2007.

AMORIM, P. L. **Caracterização morfológica e produtiva em variedades de palma forrageira**. 2004. 55f. Dissertação (mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Alagoas, Rio Largo.

ANDRADE, C. M.; MARQUES, L. S. Semiárido brasileiro: alguns desafios. **Diversitas Journal**, v.2, n.2, p.279-283, 2017.

ANDRADE, J. A.; NUNES, M. A. Acesso à água no Semiárido Brasileiro: uma análise das políticas públicas implementadas na região. **Revista Espinhaço**, v.3, n.2, p.28-39, 2014.

ARAÚJO, G. G. L.; VOLTOLINI, T.; TURCO, S.; PEREIRA, L. A água nos sistemas de produção de caprinos e ovinos. In: Produção de ovinos e caprinos no Semiárido Embrapa Semiárido - Cap 3. 2011. 94p.

ARAÚJO JÚNIOR, G. N.; SILVA, T. G. F.; SOUZA, L. S. B.; SOUZA, M. S.; ARAÚJO, G. G. L.; MOURA, M. S. B.; SANTOS, J. P. A. S.; JARDIM, A. M. R. F.; ALVES, C. P.; ALVES, H. K. M. N. Productivity , bromatological composition and economic benefits of using irrigation in the forage cactus under regulated deficit irrigation in a semiarid environment. **Bragantia**, v. 80, e1221, 2021.

ARAÚJO, L.F.; ARAÚJO, L. D. F.; OLIVEIRA, L. D. S.; PERAZZO NETO, A.; ALSINA, O. L.; SILVA, F. L. Equilíbrio higroscópico da palma forrageira: Relação com a umidade ótima para fermentação sólida. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.9, n.3, p.379-384, 2005.

BATISTA, N. L.; SOUZA, B. B. Caprinovinocultura no semiárido brasileiro - fatores limitantes e ações de mitigação. **Agropecuária Científica no Semiárido**, v. 11, n. 2, p. 01–09, 2015.

BEN SALEM, H.; ABDOULI, H.; NEFZAQUI, A.; EL-MASTOURI, A.; BEN SALEM, L. Nutritive value, behaviour, and growth of Barbarine lambs fed on oldman saltbush (*Triplex nummularia* L) and supplemented or not with barley grains or spineless cactus (*Opuntia ficus indica* f. inermis) pads. **Small Ruminant Research** v.59, n.3, p.229-237, 2005.

BEZERRA NETO, F.; ANDRADE, F. V.; NEGREIROS, M. Z.; SANTOS JÚNIOR, J. J. Desempenho agroecônômico do consórcio cenoura x alface lisa em dois sistemas de

cultivo em faixa. **Horticultura Brasileira**, v.21, n.4, p.635-641, 2003.

BISPO, S. V.; FERREIRA, M. A.; VERAS, A. S. C.; BATISTA, A. M. V.; PESSOA, R. A. S.; BLEUEL, M. P. Palma forrageira em substituição ao feno de capim-elefante. Efeito sobre consumo, digestibilidade e características de fermentação ruminal em ovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, n. 6, p. 1902-1909, 2007.

BRITO, L. T. D. L.; CAVALCANTI, N. D. B.; SILVA, A. D. S.; PEREIRA, L. A. Produtividade da água de chuva em culturas de subsistência no semiárido pernambucano. **Engenharia Agrícola**, v. 32, n. 1, p. 102-109, 2012.

CÂNDIDO, M. J. D.; GOMES, G. M. F.; LOPES, M. N.; XIMENES, L. J. F. Cultivo da palma forrageira para mitigar a escassez de forragem em regiões semiáridas. **Informe Rural** v. 7, n. 3, p. 1-7, 2013.

CARVALHO, G. G. P.; REBOUÇAS, R. A.; CAMPOS, F. S.; SANTOS, E. M.; ARAÚJO, G. G. L.; GOIS, G. C.; ... & CIRNE, L. G. A. Intake, digestibility, performance, and feeding behavior of lambs fed diets containing silages of different tropical forage species. **Animal Feed Science and Technology**, v.228, n.1, p 140-148, 2017.

CARVALHO FILHO, R. V. **Sombreamento e adubação nitrogenada influenciando o acúmulo de biomassa em palma forrageira *Nopalea cochenillifera* (L.) Salm - Dick**. 2018. 76 f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - Universidade Federal de Alagoas, Rio Largo.

CARVALHO, P. L. P. F., SILVA, R. L., BOTELHO, R. M., DAMASCENO, F. M., ROCHA, M. K. H. R., & PEZZATO, L. E. Valor nutritivo da raiz e folhas da mandioca para a tilápia do Nilo. **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 38, n1, p 61-69, 2012.

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.

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

CIRINO JUNIOR, B.; LEITE, M. L. 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, e-70836E, 2022.

CUNHA, D. N. F. V.; GOMES, E. S.; MARTUSCELLO, J. A.; AMORIM, P. L.; SILVA, R. C.; FERREIRA, P. S. Morfometria e acúmulo de biomassa em palma forrageira sob doses de nitrogênio. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.13, n.4, p.1156-1165, 2012.

DOMINSCHKE, R.; BARROSO, A. A. M.; LANG, C. R.; MORAES, A.; SULC, R. M.; SCHUSTER, M. Z. Crop rotations with temporary grassland shifts weed patterns and allows herbicide-free management without crop yield loss. *Journal of Cleaner Production*, v. 306, n. 1, p. 1-11, 2021.

DUBEUX JÚNIOR, J.C.B.; SANTOS, M.V.F. Exigências nutricionais da palma forrageira. In: A palma no Nordeste do Brasil: conhecimento atual e novas perspectivas de uso. Editores Rômulo S.C. Menezes, Diogo A. Simões, Everardo V. S. B. Sampaio. Recife: Ed. Universitária da UFPE, 2005. 258 p.

DUBEUX JÚNIOR, J. C. B.; SANTOS, M. F.; LIRA, M.A; SANTOS, D. C.; FARIAS, I.; LIMA, L. E.; & FERREIRA, R. L. C. Productivity of *Opuntia ficus-indica* (L.) Miller under different N and P fertilization and plant population in Northeast Brazil. **Journal of Arid Enviroments**, Oxford, v. 67, n. 3, p. 357-372, 2006.

DUBEUX JÚNIOR, J. C. B.; ARAÚJO FILHO, J. T. A.; 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-201s. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 5, n. 1, p.129-135, 2010.

DUBREUIL, V.; FANTE, K. P.; PLANCHON, O.; SANT'ANNA NETO, J. L. Os tipos de climas anuais no Brasil: uma aplicação da classificação de Köppen de 1961 a 2015. **Revista Franco-brasileira de Geografia**, v.4, n.37, p. 1-10, 2018.

EDVAN, R. L.; MOTA, R. R. M.; DIAS-SILVA, T. P.; NASCIMENTO, R. R.; SOUSA, S. V.; SILVA, A. L.; ARAÚJO, M. J.; ARAÚJO, J. S. Resilience of cactus pear genotypes in a tropical semi-arid region subject to climatic cultivation restriction. **Scientific Reports**, v. 10, n. 1, p. 1–10, 2020.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisas de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 3. ed. Brasília: Embrapa Solos, 353 p. 2013.

FARIAS I.; FERNANDES, A. P. M.; LIMA, M. A. Cultivo da palma forrageira em Pernambuco. **Instituto Agrônomo de Pernambuco (IPA)**, Recife, 1984.

FARIAS, I.; LIRA, M. D. A.; SANTOS, D. C. D.; TAVARES FILHO, J. J.; SANTOS, M. V. F. D.; FERNANDES, A. D. P.; SANTOS, V. F. D. Manejo de colheita e espaçamento da palma-forrageira, em consórcio com sorgo granífero, no Agreste de Pernambuco. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 35, n. 2, p. 341–347, 2000.

FERREIRA, A. L.; SILVA, A. F.; PEREIRA, L. G. R.; BRAGA, L. G. T.; MORAES, S. A.; ARAÚJO, G. G. L. Produção e valor nutritivo da parte aérea da mandioca, maniçoba e pornunça. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.10, n.1, p.129-136, 2009.

FERREIRA, C. A.; FERREIRA, R. L. C.; SANTOS, D. C. D.; SANTOS, M. V. F. D.; SILVA, J. A. A. D.; LIRA, M. D. A., & MOLICA, S. G. Utilização de técnicas multivariadas na avaliação da divergência genética entre clones de palma forrageira (*Opuntia ficus-indica* Mill.). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.6, p.1560-1568, 2003.

FERREIRA, M. A.; PESSOA, R. A. S.; SILVA, F. M. Utilização da palma forrageira na alimentação de ruminantes. In: I Congresso Brasileiro de Nutrição Animal, 2008, Fortaleza.

GOMES, M. D. L. S.; QUEIROZ, M. J.; PEREIRA, F. C.; COSTA, D. B.; OLIVEIRA, G. S. Caracterização biométrica de artículos da palma miúda (*Nopalea cochenillifera*) em função da adubação orgânica. **Revista Principia - Divulgação Científica e Tecnológica do IFPB**, v. 1, n. 29, p 39-45, 2016.

HIOLANDA, R.; DALCHIAVON, F.C.; BIEZUS, E.; IOCCA, A.F.S.; CARVALHO, C.G.P.; 2018. Contributo para o estudo do desempenho agronômico de híbridos na principal região produtora de girassol no Brasil (Chapadão do Parecis). **Revista de Ciências Agrárias**, v. 41, n. 1 p. 14–22.

IQBAL, M. A.; HAMID, A.; IMTIAZ, H.; RIZWAN, M.; IMRAN, M.; SHEIKH, U. A.

A.; SAIRA, I. CACTUS PEAR: A weed of dry-lands for supplementing food security under changing climate. **Planta Daninha**, v. 38, n. 020191761, p. 1–9, 2020.

JARDIM, A. M. R. F.; SILVA, T. G. F.; SOUZA, L. S. B.; ARAÚJO JÚNIOR, G. N.; ALVES, H. K. M. N.; SOUZA, M. S.; ARAÚJO, G. G. L.; MOURA, M. S. B. 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, n. 1, p. 1–11, 2021a.

JARDIM, A.M.R.F.; SILVA, T.G.F.; SOUZA, L.S.B.; SOUZA, M.S.; MORAIS, J.E.F.; ARAÚJO JÚNIOR, G.N. Multivariate analysis in the morpho-yield evaluation of forage cactus intercropped with sorghum. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental** v. 24, n. 1, p. 756 - 761, 2020b.

JIAO, N.; WANG, J.; M. A. C.; ZHANG, C.; GUO, D.; ZHANG, F. JENSEN, E. S. The importance of aboveground and belowground interspecific interactions in determining crop growth and advantages of peanut/maize intercropping. **The Crop Journal**, v. 1, n. 10, p. 1460 – 1469, 2021.

LARA, F.M. Princípios de resistência de plantas a insetos. 2.ed. São Paulo: Ícone, 1991. 336p.

LÉDO, A. A.; DONATO, S. L.; ASPIAZÚ, I.; SILVA, J. A. D.; DONATO, P. E.; CARVALHO, A. J. D. Yield and water use efficiency of cactus pear under arrangements, spacings and fertilizations. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 23, n. 6, p. 413–418, 2019.

LEITE, J. R. A.; SALES, E. C. J.; MONÇÃO, F. P.; GUIMARÃES, A. S.; RIGUEIRA, J. P. S.; GOMES, V. M. Nopalea cactus pear fertilized with nitrogen: Morphometric, productive and nutritional characteristics. **Acta Scientiarum - Animal Sciences**, v. 40, e38325, 2018.

LEITE, M. L. M. V.; SILVA, D. S.; ANDRADE, A. P.; PEREIRA, W. E.; RAMOS, J. P. F. Caracterização da produção de palma forrageira no Cariri paraibano. **Revista Caatinga**, v. 27, n. 2, p. 192 – 200, 2014.

LEITE, M. L. M. V.; LUCENA, L. R. R.; OLIVEIRA, A. D. M.; CHAGAS, Á. C. L. C.; ANJOS, F. L. Q.; FARIAS, I. M.; SIMÕES, V. J. L. P.; ALMEIDA, M. C. R. Cladode area and weight of Nopalea cochenillifera clones as a function of morphometric characteristics. **Journal of the Professional Association for Cactus Development**, v. 22, n. 1, p. 18-28, 2020.

LI, M.; GUO, J.; REN, T.; LUO, G.; SHEN, Q.; LU, J.; GUO, S.; LING, N. Crop rotation history constrains soil biodiversity and multifunctionality relationships. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v.1 n, 319, p, 1–9. 2021.

LIMA, G. F. C.; REGO, M. M. T.; DANTAS, F. D. G.; LÔBO, R. N. B.; SILVA, J. G. M.; AGUIAR, E. M.; Morphological characteristics and forage productivity of irrigated cactus pear under different cutting intensities. **Revista Caatinga**, v.29, n.2, p.481-488, 2016.

LUCENA, L. R. R.; LEITE, M. L. M. V.; SIMÕES, V. J. L. P.; SIMÕES, V. J. L. P.; ALMEIDA, M. C. R. Área de cladódio da palma *Opuntia Stricta* utilizando dimensões lineares. **Agrarian Academy**, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v.5, n.9; p. 46-56. 2018.

LUCENA, L. R. R.; LEITE, M. L. M. V. SIMÕES, V. J. L. P.; IZIDRO, J. L. P. S.; SIMPLÍCIO, J. B. Cladode shape analysis of *Nopalea cochenillifera* (forage cactus Giant Sweet clone) using anatomical landmarks. **Cuban Journal of Agricultural Science**, v. 53, n. 3, p. 331–339, 2019.

LUCENA, L. R. R.; LEITE, M. L. M. V.; SIMÕES, V. J. L. P.; ALMEIDA, M. C. R.; COSTA, Á. C. L.; OLIVEIRA, A. D. M. Characterization of *Nopalea cochenillifera* clones using linear dimensions and multivariate analysis. **Acta Scientiarum - Technology**, v. 43, n.1, p. 1–7, 2021a.

LUCENA, L. R. R. D.; LEITE, M. L.M.V.; SIMÕES, V. J. L. P.; NÓBREGA, C.; ALMEIDA, M. C. R.; SIMPLÍCIO, J. B. Estimating the area and weight of cactus forage cladodes using linear dimensions. **Acta Scientiarum - Agronomy**, v. 43, n.1. p. 1–10, 2021b.

MAHOUACHI, M.; ATTI, N.; HAJJI, H. Use of spineless cactus (*Opuntia ficus indica* f. inermis) for dairy goats and growing kids: impacts on milk production, kid's growth, and meat quality. **The Scientific World Journal**, v.1 n.1 p. 1-4, 2012.

MARQUES, O. F. C.; GOMES, L. S. P.; MOURTHÉ, M. H. F.; BRAZ, T. G. S.; PIRES NETO, O. S. Palma forrageira: cultivo e utilização na alimentação de bovinos. **Caderno de Ciência Agrária**, v. 9, n. 1, p. 75–93, 2017.

MARENGO, J. A. Vulnerabilidade, impactos e adaptação à mudança do clima no semi-árido do Brasil. **Parcerias estratégicas**, v. 13, n.27, p. 149-176, 2010.

MARENGO, J. A.; ALVES, L. M.; BESERRA, E. A.; LACERDA, F. F. Variabilidade e mudanças climáticas no semiárido brasileiro. **Recursos hídricos em regiões áridas e semiáridas**, v. 1, n.1, p. 385-422. 2011.

MENEZES, R. S. C.; SAMPAIO, E. V. S. B.; SALCEDO, I. H.; SOUZA, F. J. Produtividade de palma em propriedades rurais. In: A palma no Nordeste do Brasil: conhecimento atual e novas perspectivas de uso, Editores Rômulo S,C, Menezes, Diogo A, Simões, Everardo V, S, B, Sampaio, Recife: **Ed, Universitária da UFPE**, 2005, 258 p.

MOURA, E. A.; LUCENA, L. R. R.; LEITE, M. L. M. V.; MOURA, G. A.; SIMÕES, V. J. L. P.; SIMPLÍCIO, J. B. Relation of plant height and cladode number of cactus little sweet clone consorted with pornunça. **Cuban Journal of Agricultural Science**, v. 54, n. 2, p. 1–10, 2020.

NASCIMENTO, J. P.; SOUTO, J. S.; SANTOS, E. D.; DAMASCENO, M. M.; RAMOS, J. D. F.; SALES, A. T.; LEITE, M. L. M. V. Caracterização morfométrica de *Opuntia ficus-indica* sob diferentes arranjos populacionais e fertilização fosfatada. **Tecnologia & Ciência Agropecuária**, v. 5, n. 3, p. 21-26, 2011.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements of dairy cattle**. 6. ed. Washington, DC, 2021. 434 p.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements of small ruminants: sheep, goats, cervids, and new world camelids**. Washington, DC, 2007. 384 p.

NEUPANE, D.; MAYER, J. A.; NIECHAYEV, N. A.; BISHOP, C. D.; CUSHMAN, J. C. Five-year field trial of the biomass productivity and water input response of cactus pear (*Opuntia* spp.) as a bioenergy feedstock for arid lands. **GCB Bioenergy**, v. 13, n. 4, p. 719–741, 2021.

NEVES, A. L. A.; PEREIRA, L. G. R.; VOLTOLINI, T.; ARAUJO, G. G. L.; MORAES, S. A.; ARAGÃO, A. S. L.; COSTA, C. Plantio e uso da palma forrageira na alimentação de bovinos leiteiros no semiárido brasileiro. **Embrapa Semiárido-Comunicado Técnico (INFOTECA-E)**, 2010.

NUNES, I. J. **Nutrição animal básica**. 2 ed. Belo Horizonte: UFMG, 1998. 388 p.

NUNES, J. S. L.; SILVA, T. G. F.; SOUZA, L. S. B.; JARDIM, A. M. R. F.; ALVES, H. K. M. N.; NETO, J. F. C.; LEITE, R. M. C.; PINHEIRO, A. G. Morfogênese da palma forrageira sob modificação do ambiente de crescimento. **Agrometeoros**, v. 27, n. 2, p. 367–375, 2019.

OLIVEIRA, F. F. C.; SILVA, L. J. V.; SOUZA, M. V. A., LINS, G. R.; DA SILVA, A. R. A.; SILVA, R. T. M. Crescimento, biomassa e eficiência de uso da água em genótipos de palma forrageira consorciados com plantas de gliricídia, em respostas ao hidrogel. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v. 13, n. 6, p. 3773-3782, 2019.

OLIVEIRA FILHO, A. F.; BEZERRA, F. T. C.; PITOMBEIRA, J. B.; DUTRA, A. S.;

BARROS, G. L. Eficiência agrônômica e biológica nos consórcios da mamoneira com feijão-caupi ou milho. **Revista Ciência Agrônômica**, v. 47, n. 4, p. 729-736, 2016.

PAULA, T.; FERREIRA, M. A.; VÉRAS, A. S. C. Utilização de pastagens em regiões semiáridas: aspectos agrônômicos e valor nutricional – Revisão. **Arquivos do Mudi**, v. 24, n. 2, p. 140–162, 2020.

PEREIRA, J. S.; CAVALCANTE, A. B.; SIMÕES, W. L.; VOLTOLINI, T. V. Forage yield, structural responses and chemical composition of spineless cactus orelha de elefante mexicana in different water depths and irrigation frequencies. **Ciência Rural**, v. 51, n. 5, p. 1-7, 2021a.

PEREIRA J. S.; LEITE, M. L. M. V.; CAVALCANTE, A. B.; LUCENA, L. R. R.; ALMEIDA, M. C. R.; OLIVEIRA, A. D. M.; LIMA COSTA, Á. C. Crescimento de palma forrageira em função de diferentes métodos de propagação vegetativa. **Research, Society and Development**, v.10, n. 4, e19210413951, 2021b.

PEREIRA, J. S.; CAVALCANTE, A. B.; SÁ, G. H. M.; NOGUEIRA, M. F.; CAMPOS, F. S.; ARAÚJO, G. G. L.; SIMÕES, W. L.; VOLTONI, T. V. Morphological and yield responses of spineless cactus Orelha de Elefante Mexicana under different cutting intensities. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, Salvador, v.21, n. 1, p. 01-10, 2020.

PEREIRA, P. D. C.; SILVA, T. G. F.; ZOLNIER, S.; MORAIS, J. E. F.; SANTOS, D. C. Morfogênese da palma forrageira irrigada por gotejamento. **Revista Caatinga**, v. 28, n. 3, p. 184–195, 2015.

QUEIROZ, M. G. D.; SILVA, T. G. F.; ZOLNIER, S.; SILVA, S.; LIMA, L. R.; ALVES, J. D. O. Características morfofisiológicas e produtividade da palma forrageira em diferentes lâminas de irrigação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**,

v. 19, n. 10, p. 931–938, 2015.

QUEIROGA, V. P.; LOPES, E. B.; GIRÃO, E. G.; FIGUEIREDO NETO, A.; ALBUQUERQUE, E. M. B. **Palma forrageira (*Opuntia ficus-indica*) tecnologias de plantio e utilização**. Empresa de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), 2020. 225 p.

RAMOS, J. P.; LEITE, M. L. M. V.; OLIVEIRA JÚNIOR. S.; NASCIMENTO, J. P.; SANTOS, E. M. Crescimento vegetativo de *Opuntia ficus-indica* em diferentes espaçamentos de plantio. **Revista Caatinga**, v. 24, n. 3, p. 41-48, 2011.

RAMOS, J. P. F.; MACÊDO, A. J. S.; SANTOS, E. M.; EDVAN, R. L.; SOUSA, W. H.; PERAZZO, A. F.; SILVA, A. S.; CARTAXO, F. Q. Forage yield and morphological traits of cactus pear genotypes. **Acta Scientiarum - Agronomy**, v. 43, e51214, 2021.

RIBEIRO, L.; BENEDETTI, E. A importância da qualidade da água na nutrição de ruminantes. **Cadernos de pós-graduação da FAZU**, v. 1, n. 2, p. 23-34, 2012.

ROCHA, J. D. S. **Palma forrageira no Nordeste do Brasil: estado da arte**. Embrapa Caprinos e Ovinos-Documents (*INFOTECA-E*). 2012. 40 p.

ROCHA, R. S.; VOLTOLINI, T. V.; GAVA, C. A. T. Características produtivas e estruturais de genótipos de palma forrageira irrigada em diferentes intervalos de corte. **Arch. Zootec.** v. 66, n. 255, p. 365-373, 2017.

RODRIGUES, C. F.; BEZERRA, A. R.; PITOMBEIRA, J. B.; CARVALHO, C. M.; SILVA, L. L.; FEITOSA, S. O. Sistema de consórcio do girassol, feijão de corda e amendoim em séries de substituição. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v. 8, n. 1 p. 256–269, 2014.

SALES, A. T.; ANDRADE, A. P. D.; SOARES, M. L. S.; LEITE, M. L. M. V., VIANA, B. L.; LEÓN, M. J.; SOLÍS, A. M. Adaptation potential of cactus pear to soil and climatic conditions of the Semi-Arid in Paraíba State, Brazil. **Acta Horticulturae**, Leuven, v.1, n. 811, p. 395-400, 2009.

SALES, A. T.; LEITE, M. L. M. V.; ALVES, A. Q.; RAMOS, J. P. F.; NASCIMENTO, J. P. Crescimento vegetativo de palma forrageira em diferentes densidades de plantio no Curimatú Paraibano, **Tecnologia & Ciência Agropecuária**, v,7, n,1, p,19-24, 2013.

SAMPAIO, E. V. S. B. Fisiologia da palma In: A palma no Nordeste do Brasil: conhecimento atual e novas perspectivas de uso. Editores Rômulo S.C. Menezes, Diogo A. Simões, Everardo V. S. B. Sampaio. Recife: **Ed. Universitária da UFPE**, 2005. p. 258.

SANTANA, M. A.; SOUZA, V. A. P.; SERPA, M. F. P.; LEDO, A. A.; MENEZES, A. S. Efeito de doses de adubação orgânica na produção de palma forrageira. **Nativa**, v. 9, n. 2, p. 167–172, 2021.

SANTOS, M. V. F.; LIRA, M. A.; FARIAS, I.; BURITY, H. A.; NASCIMENTO, M. M. A.; TAVARES FILHO, J. J. Estudo comparativo das cultivares de palma forrageira “Gigante”, “Redonda” (*Opuntia ficus-indica*, Mill) e “Miúda” (*Nopalea cochenillifera*, Salmi Dyck) na produção de leite. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 19. n. 6, p. 504-511, 1990.

SANTOS, D. C.; SANTOS, M. V. F.; FARIAS, I.; DIAS, F. M.; LIRA, M. A. Desempenho produtivo de vacas 5/8 Holando/Zebu alimentadas com diferentes cultivares

de palma forrageira (*Opuntia* e *Nopalea*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.30, n.1, p.12-17, 2001.

SANTOS, D. C.; FARIAS, I.; LIRA, M.A.; SANTOS, M. V. F.; ARRUDA, G. P.; COELHO, R. S. B.; DIAS, F. M.; MELO, J. N. **Manejo e utilização de Palma Forrageira (*Opuntia* e *Nopalea*) em Pernambuco**. Recife: IPA, 2006. 48p.

SANTOS, A. F.; PEREZ-MARIN, A. M.; SARMENTO, M. I. A. Produtividade da palma forrageira em aleias com *Gliricídia sepium* sob adubação orgânica em diferentes espaçamentos no Semiárido. **Revista Verde**, v. 13, n. 3, 2018.

SANTOS, E. A. V.; HOLANDA, H. T. S.; PEREIRA, F. C.; BATISTA, D. C. Biometria da Palma Forrageira Orelha de Elefante (*Opuntia Stricta*) Cultivada com Rejeito de Mica e Outros Compostos Orgânicos. In **II Congresso Internacional de Ciências Agrárias**, 2017 a.

SANTOS, W. M.; SOUZA, R. M. S.; DE SOUZA, E. S.; DE ALMEIDA, A. Q.; ANTONINO, A. C. D. Variabilidade espacial da sazonalidade da chuva no semiárido brasileiro. **Journal of Environmental Analysis and Progress**, v. 2, n. 4, p. 368-376, 2017b.

SANTOS JÚNIOR, J. A.; BARROS JÚNIOR, G.; SANTOS, J. K. L.; BRITO, E. T. F. S. Uso racional da água: ações interdisciplinares em escola rural do semiárido brasileiro. **Revista Ambiente & Água**, v. 8, n.1, p. 263-271. 2013.

SANTOS, M. V. F.; FERREIRA, M. A.; BATISTA, A. M. V. Valor nutritivo e utilização da palma forrageira na alimentação de ruminantes. In: MENEZES, R. S. C.; SIMÕES, D. A.; SAMPAIO, E. V. S. B. (Eds). *A Palma no Nordeste do Brasil: conhecimento atual e novas perspectivas de uso*. 2º ed., **Editora Universitária da UFPE**. Recife-PE. 2005. p.143-162.

SCALISI, A.; MORANDI, B.; INGLESE, P.; LO BIANCO, R. Cladode growth dynamics in *Opuntia ficus-indica* under drought. **Environmental and Experimental Botany**, v. 122, n.1, p. 158–167, 2016.

SILVA, A. P.; SOUZA, P. A. Zoneamento agroclimatológico para produção da palma forrageira no semiárido. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 4, p. 20048–20057, 2020.

SILVA, C. C. F.; SANTOS, L. C. Palma forrageira (*Opuntia ficus indica* Mill) como alternativa na alimentação de ruminantes. **Revista Electrónica de Veterinária REDVET**, v. 7, n. 10, p. 1-13, 2006.

SILVA, G.; CARNEIRO, M. D. S.; ANDRADE, A. P.; ARAÚJO, J. S.; MEDEIROS, G.; CÂNDIDO, M. J. D.; MAGALHÃES, J. A. Production, chemical and mineral composition of Pornunça (*Manihot* sp.) under different planting densities and phosphorus fertilization. **Embrapa Meio-Norte-Artigo em periódico indexado (ALICE)**, 2018.

SILVA, M. D. A.; SOUZA CARNEIRO, M. S.; PINTO, A. P.; POMPEU, R. C. F. F.; SILVA, D. S.; COUTINHO, M. J. F.; FONTENELE, R. M. Avaliação da composição químico-bromatológica das silagens de forrageiras lenhosas do semiárido brasileiro. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 36, n. 1, p. 571–578, 2015.

SILVA, M. R. H. D.; NEUMANN, M. Fibra efetiva e fibra fisicamente efetiva: conceitos e importância na nutrição de ruminantes. **FAZU em Revista**, v. 9, n. 1, p. 69-84, 2013.

SILVA, M. V.; PANDORFI, H.; ALMEIDA, G. L. P.; LIMA, R. P.; SANTOS, A.;

- JARDIM, A. M. R. F.; ROLIM, M. M.; SILVA, J. L. B.; BATISTA, P. H. D.; SILVA, R. A. B.; LOPES, P. M. O.; SILVA, D. C. Spatio-temporal monitoring of soil and plant indicators under forage cactus cultivation by geoprocessing in Brazilian semi-arid region. **Journal of South American Earth Sciences**, v. 107, n.1, p. 1-10, 2021.
- SILVA, P. C. G.; MOURA, M. S. B.; KIILL, L. H. P., BRITO, L. D. L.; PEREIRA, L. A.; SÁ, I. B.; GUIMARÃES FILHO, C. **Caracterização do Semiárido brasileiro: fatores naturais e humanos**. Embrapa Semiárido - Cap 1. 2010.
- SILVA, R. R., & SAMPAIO, E. V. S. B. Palmas forrageiras *Opuntia ficus-indica* e *Nopalea cochenillifera*: sistemas de produção e usos. **Revista Geama**, v. 1, n. 2, p. 151-161. 2015a.
- SILVA, T. G. F.; ARAÚJO PRIMO, J. T.; SILVA, S. M. S.; MOURA, M. S. B.; SANTOS, D. C.; SILVA, M. C.; ARAÚJO, J. E. M. Indicadores de eficiência do uso da água e de nutrientes de clones de palma forrageira em condições de sequeiro no Semiárido brasileiro. **Bragantia**, v. 73, n. 2, p.184-191 2014a.
- SILVA, L. M.; FAGUNDES, J. L.; VIEGAS, P. A. A.; MUNIZ, E. N.; RANGEL, J. H. A.; MOREIRA, A.L.; BACKES, A.A. Produtividade da palma forrageira cultivada em diferentes densidades de plantio. **Revista Ciência Rural**, v.44, n.11, p.2064-2071, 2014b.
- SOARES, F. M. F.; ALBUQUERQUE, A. L. S.; SILVA, W. R. T. Avaliação do crescimento vegetativo de palma forrageira no Semiárido Alagoano. **Diversitas Journal**, v. 6, n. 1, p. 1777–1785, 2021.
- SOUZA, C. M. S.; MEDEIROS, A. N.; FURTADO, D. A.; BATISTA, A. M. V.; PIMENTA FILHO, E. C.; SILVA, D. S. Desempenho de ovelhas nativas em confinamento recebendo palma-forrageira na dieta na região do semiárido nordestino. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, n. 5, p. 1146-1153, 2010.
- SOUZA, D. C. F.; SILVA LIMA, I.; SANTOS, J. A. S.; ALMEIDA, A. Q.; SILVA GONZAGA, M. I.; LIMA, J. F. Zoneamento agroclimático da palma forrageira (*Opuntia* sp) para o estado de Sergipe. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v. 12, n. 1, 2338-2237, 2018.
- SOUZA, L. S. B.; MOURA, M. S. B.; SILVA, T. G. F.; SOARES, J. M.; CARMO, J. F. A.; BRANDÃO, E. O. Indicadores climáticos para o zoneamento agrícola da palma forrageira (*Opuntia* sp.). In: JORNADA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA EMBRAPA SEMIÁRIDO, 2008, Petrolina.
- SOUZA, P. J.; CAVALCANTE, A. B.; NOGUEIRA, G. H. M. S. M. F.; CAMPOS, F. S.; ARAÚJO, G. G. L.; SIMÕES, W. L.; VOLTOLINI, T. V. Morphological and yield responses of spineless cactus Orelha de Elefante Mexicana under different cutting intensities. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 21, n.1, p. 1–10, 2020.
- VASCONCELOS, A. G. V.; LIRA, M. A.; CAVALCANTI, V. L. B.; SANTOS, M. V. F.; WILLADINO, L. Seleção de clones de palma forrageira resistentes à cochonilha-do-carmim (*Dactylopius* sp.). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.5, p.827-831, 2009.
- VASCONCELOS, W. A.; SANTOS, E. M.; EDVAN, R. L.; SILVA, T. C.; MEDEIROS, G. R.; FILHO, L. T. S. Morfometria, produção e composição bromatológica da maniçoba pornunça, em diferentes fontes de adubação. **Revista Trópica – Ciências Agrárias e Biológica**, v. 4, n. 2, p. 36-44, 2010.
- VERAS, R. M. L.; FERREIRA, M. A.; VERAS, A. S. C.; CARVALHO, F. F. R.;

CAVALCANTI, C. V. A.; SANTOS, G. R. A.; MENDONÇA, S. S.; SOARES, C. A. SAMPAIO, C. B. Substituição do milho por farelo de palma forrageira em dietas para ovinos em crescimento. Consumo e Digestibilidade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 34, n. 1, p.351-356, 2005.

WANDERLEY, W. L.; FERREIRA, M. A.; ANDRADE, D. K. B. de; VERAS, A. S. C.; FARIAS, I.; LIMA, L. E.; DIAS, A. M.A. Palma forrageira (*Opuntia ficus-indica* Mill) em substituição à silagem de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) na alimentação de vacas leiteiras. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 31, n. 1, p. 273-281, 2002.

WARUMBY, J.F.; FILHO, G.P.A.; CAVALCANTI, V.A.L.B.; ARRUDA, G.P. Pragas da palma. In: A palma no Nordeste do Brasil: conhecimento atual e novas perspectivas de uso. Editores Rômulo S.C. Menezes, Diogo A. Simões, Everardo V. S. B. Sampaio. Recife: Ed. Universitária da UFPE, 2005. 258 p.