



**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO PIAUÍ
CAMPUS PAULISTANA
CURSO BACHARELADO EM ZOOTECNIA**

GISLANE DA PAIXÃO

**FLUXO DE BIOMASSA DA PALMA FORRAGEIRA SOB FORMAS DE PLANTIO E
FREQUÊNCIAS DE COLHEITA**

PAULISTANA - PI

2021

GISLANE DA PAIXÃO

FLUXO DE BIOMASSA DA PALMA FORRAGEIRA SOB FORMAS DE PLANTIO E
FREQUÊNCIAS DE COLHEITA

Trabalho de Conclusão de Curso (monografia)
apresentado como exigência parcial para obtenção
do diploma do Curso de Bacharelado em
Zootecnia do Instituto Federal de Educação,
Ciência e Tecnologia do Piauí. Campus Paulistana.

Orientador: Prof. Dr. Gil Mario Ferreira Gomes

PAULISTANA - PI

2021

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) de acordo com ISBD

Paixão, Gislane da
P142f Fluxo de biomassa da palma forrageira sob formas de plantio e frequências de colheita / Gislane da Paixão. - 2021.
34 f.: il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Zootecnia) - Instituto Federal do Piauí, Campus Paulistana, 2021.
Orientador : Prof. Dr. Gil Mário Ferreira Gomes.

1. Opuntia. 2. Morfogênese. 3. Estabelecimento de palma. 4. Cultivo da palma. I. Título.

CDD - 636.08

Elaborado por Edna Ferreira de Oliveira CRB 3/1621

GISLANE DA PAIXÃO

FLUXO DE BIOMASSA DA PALMA FORRAGEIRA SOB FORMAS DE PLANTIO E
FREQUÊNCIAS DE COLHEITA

Trabalho de Conclusão de Curso (monografia)
apresentado como exigência parcial para obtenção
do diploma do Curso de Bacharelado em
Zootecnia do Instituto Federal de Educação,
Ciência e Tecnologia do Piauí. Campus Paulistana.

Aprovada em: 17/09/2021.

BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr. Gil Mario Ferreira Gomes (Orientador)
Instituto Federal do Piauí (IFPI)



Prof. Dr. Marcos Neves Lopes
Instituto Federal do Piauí (IFPI)



Prof. Dr. Rafael Nogueira Furtado
Instituto Federal do Piauí (IFPI)

Aos meus pais, irmão e amigos, DEDICO

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a Deus por todo cuidado em minha vida, pela força e por seu infinito amor.

A meus pais Maria Hildete da Paixão e José Francisco da Paixão (*in memoriam*), pela vida. Especialmente, a minha mãe que esteve presente todos os anos.

A meu irmão Gilson Francisco da Paixão, que me permitiu dedicar aos estudos, chegar até aqui e me inspira com sua honestidade e perseverança, essa conquista só foi possível graças a você.

Ao Prof. Dr. Gil Mario Ferreira Gomes, pela orientação neste trabalho.

Aos professores do IFPI - campus Paulistana, pela dedicação e esforço. Em especial, aqueles que lecionaram disciplinas para minha turma, pois seus conhecimentos foram imprescindíveis para o processo de formação profissional e, até mesmo, desenvolvimento pessoal.

A minha turma, pela união, risadas, motivação diária e amizade. Aldclêuson, Aurelio, Daniel, Edcácio, Larissa, Lillian, Sara e Willian, as dificuldades acadêmicas tornaram-se mais leves compartilhadas com vocês.

A meus amigos Larissa Stefany da Silva Oliveira e Daniel de Jesus Silva, pela parceria, carinho, escuta e prestatividade durante os anos da graduação.

A todos os funcionários do IFPI – campus Paulistana, por serem tão prestativos.

A mim, por não ter desistido diante das adversidades.

A todos que de forma direta ou indireta contribuíram para a minha formação profissional, minha gratidão.

Ama-se mais o que se conquista com esforço

Benjamin Disraeli

RESUMO

A palma forrageira constitui uma importante fonte alimentar para os animais, especialmente nas regiões com chuvas irregulares e pouca forragem disponível na época seca do ano, na qual sua produtividade pode ser afetada por vários fatores. Nesse contexto, objetivou-se com este estudo avaliar o crescimento da palma forrageira cv. Orelha de Elefante Mexicana submetida a formas de plantio e frequências de colheita. Utilizou-se delineamento em blocos casualizados, em arranjo de parcelas subdivididas, com três repetições. Foram avaliados o plantio com os cladódios-mãe não enterrado - lado mais largo do cladódio voltado para o solo; enterrado (45NS) - lado mais largo do cladódio no sentido norte-sul, inclinação 45° em relação ao solo; e enterrado (90LO) - lado mais largo do cladódio no sentido leste-oeste, inclinação 90° em relação ao solo; em quatro frequências de colheita (6, 12, 18 e 24 meses). A largura, o perímetro e a espessura de cladódios de primeira ordem não variaram em função do manejo do plantio. Efeito semelhante foi observado para as taxas de alongamento, alargamento, crescimento em perímetro e espessamento de cladódios primários e da planta. A espessura de cladódios de primeira ordem aumentou com a frequência de colheita. Por outro lado, as taxas de crescimentos de cladódios de primeira ordem reduziram com a frequência de colheita. Houve interação entre manejo do plantio e frequência de colheita para comprimento, largura, perímetro, taxa de alongamento, taxa de crescimento em perímetro e taxa de espessamento para cladódios de segunda ordem. Portanto, o plantio com o cladódio-mãe não enterrado pode ser utilizado como alternativa aos métodos tradicionais de plantio da palma forrageira cv. Orelha de Elefante Mexicana.

Palavras-chave: *Opuntia*. Morfogênese. Estabelecimento da palma. Cultivo da palma.

ABSTRACT

Forage cactus is an important food source for animals, especially in regions with irregular rainfall and little forage available during dry season of the year, when its productivity can be affected by several factors. In this context, the aim of this study was to evaluate the growth of 'Orelha de Elefante Mexicana' cactus pear subjected to planting methods and harvest frequency. A randomized block design, in a split-plot arrangement, with three replications, was used. Planting with not buried cladode were evaluated - wider side of cladode facing the ground; buried (45NS) - wider side of cladode in the north-south direction, inclination 45° in relation to the ground; and buried (90LO) - wider side of cladode in the east-west direction, inclination 90° in relation to the ground; at four harvest frequency (6, 12, 18 and 24 months). The width, perimeter and thickness of first-order cladodes did not vary as a function of planting management. A similar effect was observed for elongation, enlargement, perimeter growth and thickening rates of primary cladodes and plant. The thickness of first-order cladodes increased with harvest frequency. However, growth rates of first-order cladodes reduced with frequency of harvest. There was interaction between planting management and harvest frequency for length, width, perimeter, elongation rate, perimeter growth rate and thickening rate for second-order cladodes. Therefore, planting with not buried mother cladode can be used as an alternative to traditional methods of planting of 'Orelha de Elefante Mexicana' cactus pear.

Keywords: *Opuntia*. Morphogenesis. Forage cactus establishment. Forage cactus cultivation.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1	– Área experimental	20
Figura 2	– Plantio de cladódios no tratamento não enterrado	21
Figura 3	– Coleta do comprimento de cladódios	22
Figura 4	– Coleta da espessura de cladódios	22

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Medidas morfométricas de cladódios de primeira ordem da palma forrageira cv. Orelha de Elefante Mexicana, em função do manejo de plantio e da frequência de colheita	23
Tabela 2 – Medidas morfométricas de cladódios de segunda ordem da palma forrageira cv. Orelha de Elefante Mexicana, em função do manejo de plantio e da frequência de colheita	24
Tabela 3 – Taxas de crescimento de cladódios de primeira ordem da palma forrageira cv. Orelha de Elefante Mexicana, em função do manejo de plantio e da frequência de colheita	25
Tabela 4 – Taxas de crescimento de cladódios de segunda ordem da palma forrageira cv. Orelha de Elefante Mexicana, em função do manejo de plantio e da frequência de colheita	26
Tabela 5 – Taxas de crescimento da planta de palma forrageira cv. Orelha de Elefante Mexicana, em função do manejo de plantio e da frequência de colheita	27

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

Não Enterrado	Plantio com o lado mais largo do cladódio-mãe voltado para o solo
Enterrado (45NS)	Plantio com o lado mais largo do cladódio-mãe no sentido norte-sul, inclinação 45° em relação ao solo
Enterrado (90LO)	Plantio com o lado mais largo do cladódio-mãe no sentido leste-oeste, inclinação 90° em relação ao solo
TALC	Taxa de alongamento de cladódios
TAC	Taxa de alargamento de cladódios
TCPC	Taxa de crescimento do perímetro de cladódios
TEC	Taxa de espessamento de cladódios
C	Comprimento
L	Largura
P	Perímetro
E	Espessura
cm	Centímetros
mm	Milímetros
cm/planta*dia	Centímetros por planta ao dia
mm/planta*dia	Milímetros por planta ao dia

LISTA DE SÍMBOLOS

% Porcentagem

°C Graus Celsius

° Graus

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	15
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	16
2.1	IMPORTÂNCIA DA PALMA FORRAGEIRA PARA O SEMIÁRIDO	16
2.2	INFLUÊNCIA DO MANEJO NA PRODUÇÃO DA PALMA FORRAGEIRA	16
2.3	UTILIZAÇÃO DA PALMA FORRAGEIRA NA PECUÁRIA	18
3	MATERIAL E MÉTODOS	19
4	RESULTADOS	23
5	DISCUSSÃO	27
6	CONCLUSÃO	28
	REFERÊNCIAS	29

..

1 INTRODUÇÃO

As características fisiológicas da palma forrageira como a alta eficiência no uso da água por meio do seu processo fotossintético do tipo MAC (Metabolismo Ácido das Crassuláceas) fazem dela uma alternativa eficiente para o Semiárido brasileiro (SILVA *et al.*, 2015), visto que é uma região que requer uso otimizado dos recursos hídricos e forragens adaptadas as condições climáticas (FERRAZ *et al.*, 2019).

As particularidades marcantes desta região influenciam diretamente na produção vegetal, na economia e na alimentação animal (NOBREGA; SANTIAGO, 2016). Nesse cenário, a palma constitui uma importante forragem para compor a dieta da pecuária regional (LIMA *et al.*, 2016).

Entre as variedades da palma forrageira, atualmente, a cultivar Orelha de Elefante Mexicana - OEM (*Opuntia*) é muito difundida no Semiárido brasileiro (MONTEIRO *et al.*, 2018) e apresenta resposta produtiva superior ao clone IPA 20 (ROCHA; VOLTOLINI; GAVA, 2017), assim como aos genótipos do gênero *Napolea*, IPA Sertânia e Miúda (SILVA *et al.*, 2015).

O cultivo e desenvolvimento do palmal é influenciado por vários fatores, tal como em outras culturas, como a cultivar escolhida, os objetivos do produtor, o manejo adotado, o uso de adubos e irrigação, a densidade e o espaçamento de plantio (PADILHA JUNIOR *et al.*, 2016). O efeito das técnicas adotadas é observado pelo desenvolvimento dos cladódios e rendimento da palma forrageira (PINHEIRO *et al.*, 2014).

Nesse contexto, há na literatura vários estudos que avaliam o crescimento e produção da cv. Orelha de Elefante Mexicana, em diferentes densidades de plantio, espaçamentos, orientações e fragmentação de cladódios, dentre outros. Contudo, há escassez de trabalhos que avaliam o plantio do cladódio-mãe não enterrado. Esse novo manejo pode agilizar o processo de implantação do palmal e reduzir a mão de obra necessária.

Diante disso, objetivou-se avaliar o crescimento da palma forrageira cv. Orelha de Elefante Mexicana submetida a formas de plantio e frequências de colheita.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 IMPORTÂNCIA DA PALMA FORRAGEIRA PARA O SEMIÁRIDO

O Semiárido brasileiro é delimitado pela Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste - SUDENE e abrange 1.262 municípios, pertencentes aos estados do Maranhão, Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Sergipe, Bahia e Minas Gerais (BRASIL, 2017). Esta região é caracterizada pelas altas temperaturas, incidência de forte insolação, escassez hídrica e concentração das chuvas em um curto período do ano (SILVA *et al.*, 2010a).

Nas áreas que apresentam baixa pluviosidade e irregularidades de chuvas, como no Semiárido brasileiro, as cactáceas são importantes recursos forrageiros para os animais, sobretudo na época seca do ano, e dentre elas destaca-se a palma forrageira como sendo a mais cultivada (CARVALHO *et al.*, 2018).

Os cactos (Cactaceae) pertencem ao grupo de plantas que apresenta um mecanismo fisiológico de fixação de carbono para a fotossíntese denominado metabolismo ácido das crassuláceas – MAC (WOLOSIUK; BUCHANAN, 2017). A abertura dos estômatos para absorção de gás carbônico (CO₂) ocorre durante a noite, quando as temperaturas estão mais baixas e a umidade mais alta. Durante o dia, quando as temperaturas estão elevadas e com menor umidade do ar, os estômatos permanecem fechados, logo ocorre menor perda de água por evapotranspiração (DONATO *et al.*, 2014).

As plantas com metabolismo MAC apresentam alta eficiência hídrica em ambientes limitados em água (SILVA *et al.*, 2015) e modificações morfológicas e funcionais que objetivam minimizar a perda de água. Os estômatos têm pequenas aberturas, as cutículas são grossas e os vacúolos são grandes (WOLOSIUK; BUCHANAN, 2017). Além disso, a cutícula é impermeável, que permite maior proteção contra o ataque de pragas, reflexo da luz solar e retenção de água no interior dos cladódios (ROCHA, 2012).

2.2 INFLUÊNCIA DO MANEJO NA PRODUÇÃO DA PALMA FORRAGEIRA

Para alcançar elevada produtividade e manutenção ao longo dos ciclos da palma forrageira é necessário a adoção de práticas de manejo que incluem adubação do solo, tratos culturais no palmal, frequência de corte e técnicas de cultivo, como o adensamento (SANTOS *et al.*, 2006). A ausência de manejo eficiente

reduz a produtividade da palma forrageira (DONATO *et al.*, 2014).

O rendimento da cv. 'Gigante' é aumentado com o uso de adubos mineral, orgânico ou organomineral, sendo que a utilização de 30 Mg ha⁻¹ ano⁻¹ de esterco bovino não supre as exigências da planta (PADILHA JUNIOR *et al.*, 2016). Donato *et al.* (2016) constataram que 71,8 Mg ha⁻¹ ano⁻¹ de esterco bovino para a palma forrageira cv. Gigante resulta em máxima produção de matéria seca de cladódio. A incorporação de matéria orgânica no solo favorece a melhoria das características físicas do solo e, por conseguinte, a absorção de nutrientes pelas raízes da planta (DONATO *et al.*, 2014).

A produtividade da palma forrageira é otimizada com o fornecimento adequado de nitrogênio e fósforo (LOPES *et al.*, 2018). A fertilização com N aumentou a produção da palma, elevando a matéria verde da cv. Orelha de Elefante Mexicana aos oito meses de 30,9 t ha⁻¹ para 69,7 t ha⁻¹ (NETO *et al.*, 2020). Da mesma forma, Silva *et al.* (2016) verificaram que a aplicação de NPK eleva a produção de biomassa verde das cultivares avaliadas (Orelha de Elefante Mexicana, Miúda e Baiana).

Diversos fatores podem influenciar a cultura da palma forrageira, como o espaçamento utilizado (PADILHA JUNIOR *et al.*, 2016). Quanto maior o adensamento do plantio, maior a demanda por intensificação do manejo com a cultura (MACÊDO *et al.*, 2020). Silva *et al.* (2014) constataram que as palmas Miúda, Redonda e Gigante tiveram aumento na produção de biomassa fresca de 118 para 679 t ha⁻¹, de 113 para 518 t ha⁻¹ e de 100 para 400 t ha⁻¹, respectivamente, com a densidade de plantio variando de 10.000 para 80.000 plantas ha⁻¹.

O plantio deve ser realizado com o uso de cladódios sadios e vigorosos, após passarem por 15 dias a sombra para reduzir sua umidade e cicatrizar o tecido vegetal (ROCHA, 2012). Em análise a curto prazo, Lopes *et al.* (2009) verificaram que o plantio do cladódio na posição vertical ou inclinado não interfere na produção de cladódios por planta. Já em estudo a longo prazo, Peixoto *et al.* (2018) observaram maior produção de biomassa seca, em t ha⁻¹, para as palmas cultivadas com o cladódio-mãe posicionado com a face larga direcionada para leste/oeste associada a adubação com esterco bovino, visto que ocorreu maior interceptação da luz e absorção de nutrientes.

O intervalo de corte interfere na estrutura e produção das plantas e seu conhecimento pode contribuir com o aumento da eficiência produtiva do palmal

(ROCHA; VOLTOLINI; GAVA, 2017). Avaliando os efeitos de diferentes intensidades de corte da palma forrageira cv. Orelha de Elefante Mexicana com irrigação complementar em um ciclo de 12 meses, Pereira *et al.* (2020) constataram que cortes preservando os cladódios primários ou secundários, ou seja, com menor intensidade, resultam em maior rendimento de forragem.

2.3 UTILIZAÇÃO DA PALMA FORRAGEIRA NA PECUÁRIA

Os gêneros mais cultivados da palma forrageira são os *Opuntia* e *Napolea* (MACÊDO *et al.*, 2017). Dentre os quais, pertencem as cultivares mais difundidas: Gigante, Miúda, Redonda (CAVALCANTE *et al.*, 2014), Orelha de Elefante Mexicana e IPA-Sertânia (BARBOSA *et al.*, 2018).

A palma apresenta alta palatabilidade e digestibilidade da matéria seca, expressivos teores de carboidratos totais - compostos em sua maioria por carboidratos não fibrosos, bons teores de matéria mineral, e baixos teores de fibra, proteína bruta e matéria seca (FERREIRA *et al.*, 2009). Dada sua composição, na alimentação de ruminantes a palma forrageira deve ser associada com alimentos fibrosos e com fontes de alto teor proteico (RODRIGUES *et al.*, 2016).

Além do valor energético e nutricional, os cactos suprem parte da exigência hídrica dos animais nos períodos de estiagem, em razão do elevado teor de água presente em sua composição (COSTA *et al.*, 2012). Neto *et al.* (2016), observaram que ovinos que receberam dieta contendo palma forrageira *in natura* apresentaram menor ingestão voluntária de água e maior volume urinário, porém sem afetar o funcionamento renal. Cordova-Torres *et al.* (2017) também relataram que a inclusão de palma na alimentação de ovinos reduz o consumo voluntário de água, sendo que as inclusões de 30% e 50% de palma resultou nos maiores ganhos diários, 164 g e 155 g, em comparação com a dieta controle (106 g).

Novilhas mestiças leiteiras alimentadas com dietas compostas por silagem de sorgo, concentrado e diferentes quantidades de palma forrageira mantiveram o ganho de peso diário até o uso de 400 g kg⁻¹ de palma forrageira na dieta (AGUIAR *et al.*, 2015a). Segundo esses autores, o uso desta cactácea até o teor de 400 g kg⁻¹ elevou o lucro total por animal, comprovando a eficiência econômica de sua inclusão em dietas de novilhas leiteiras. Oliveira *et al.* (2007) ao avaliarem a substituição do milho (total) e do feno de capim tifton (parcial) pela palma forrageira (0%, 12%, 25%, 38% e 51% da MS da dieta), observaram que a alimentação de vacas holandesas

sem palma forrageira comprometeu o faturamento em 86%, ao passo que a inclusão de 510 g kg⁻¹ na MS de palma afetou 58% da arrecadação da venda do leite, concluindo que a palma pode ser utilizada como fonte energética, reduzindo os custos de produção sem alterar a produção leiteira e o teor de gordura do leite.

A palma forrageira enriquecida com 1,6 a 1,8% de ureia pode ser utilizada como suplemento para bovinos em substituição ao suplemento tradicional, pois não afeta a síntese de proteína microbiana (COSTA *et al.*, 2017). A eficiência microbiana de novilhas leiteiras também não foi alterada pela presença de palma forrageira na dieta, sendo que a substituição do volumoso e concentrado por até 600 g kg⁻¹ de palma não prejudica tal parâmetro (AGUIAR *et al.*, 2015b).

3 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Instituto Federal do Piauí, Campus Paulistana, de março de 2017 a junho de 2019. O município de Paulistana, Piauí, Brasil, está localizado a 365 metros de altitude, nas coordenadas geográficas: 8° 9' de latitude sul e 41° 9' de longitude oeste, com clima do tipo BSh, semiárido quente, conforme classificação de Köppen.

A precipitação, temperatura e umidade relativa médias verificadas no período experimental em 2017, 2018 e 2019 foi de 109,60, 636,80 e 343,00 mm; 28,19, 27,66 e 27,57 °C; 45,81, 51,21 e 57,72 %, respectivamente.

Os procedimentos analíticos para a caracterização físico-química do solo de 0 – 20 cm de profundidade foram realizados no Laboratório de Solos/Água da Universidade Federal do Ceará. Os principais resultados encontrados foram: Classe textural - franco argilosa; Areia = 420 g kg⁻¹; Silte = 269 g kg⁻¹; Argila = 311 g kg⁻¹; M.O = 13,24 g kg⁻¹; pH em H₂O = 6,3; P = 5,0 mg kg⁻¹; K = 1,72 cmol_c kg⁻¹; Ca = 11,70 cmol_c kg⁻¹; Mg = 2,60 cmol_c kg⁻¹; Na = 0,21 cmol_c kg⁻¹; H + Al = 2,97 cmol_c kg⁻¹.

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, em arranjo de parcelas subdivididas, com três repetições. Os tratamentos consistiram de três tipos de plantio (não enterrado - lado mais largo do cladódio-mãe voltado para o solo; enterrado (45NS) - lado mais largo do cladódio-mãe no sentido norte-sul, inclinação 45° em relação ao solo; e enterrado (90LO) - lado mais largo do cladódio-mãe no sentido leste-oeste, inclinação 90° em relação ao solo), alocados nas parcelas e

quatro frequências de colheita (6, 12, 18 e 24 meses), alocadas nas subparcelas, totalizando 36 parcelas experimentais.

Antes do plantio, realizou-se a aragem e a gradagem do solo. Os cladódios utilizados na implantação foram selecionados, usando somente cladódios da parte superior com desenvolvimento vigoroso e sem a presença de pragas e doenças, sendo coletados no campo e deixados em repouso, à sombra, por um período de quinze dias, para cicatrização de ferimentos ocasionados durante o corte. Posteriormente, foi realizado o plantio no início do período chuvoso.

O experimento foi implantado em canteiros com área de 1 m², contendo 5 plantas de palma forrageira cv. Orelha de Elefante Mexicana por canteiro, em um espaçamento entre plantas de 10 cm (Figura 1). Os cladódios enterrados foram colocados em sulcos abertos no centro dos canteiros, obedecendo a uma profundidade de 20 cm, com a parte que foi cortada voltada para o solo, com profundidade aproximada de 2/3 do cladódio. Os cladódios não enterrados foram apenas colocados, em sequência, sobre o solo (Figura 2).

Figura 1 – Área experimental



Fonte: Arquivo pessoal

Figura 2- Plantio de cladódios no tratamento não enterrado



Fonte: Arquivo pessoal

As adubações foram realizadas durante o período chuvoso. A dose anual de fósforo, na forma de superfosfato simples, foi disponibilizada de uma só vez, no momento do plantio para o primeiro ano e quando iniciado o período chuvoso para os demais anos de cultivo. Neste momento, também foram aplicados os micronutrientes. A dose anual de nitrogênio, sendo a fonte ureia, foi disponibilizada em três parcelas, com intervalos de 20 dias. Utilizou-se o sistema de irrigação por gotejamento, com uma lâmina de 15 mm a cada sete dias. Após o estabelecimento do palmar, foram realizados, quando necessário, os tratos culturais para manutenção da cultura em boas condições de crescimento. Para o controle das plantas daninhas foram realizadas capinas manuais com uso de enxadas.

Para amostragem foi selecionada e identificada uma planta do meio da linha de plantio, sendo os cladódios quantificados e marcados com fitas de cores diferentes à medida que surgiam na planta, seguindo a ordem de aparecimento de cladódios. Foram registradas mensalmente as dimensões: comprimento, largura e perímetro, em centímetros, utilizando-se fita milimetrada; e espessura dos cladódios, em milímetros, com o uso de paquímetro (Figuras 3 e 4). A cada ciclo de produção os cladódios-mãe foram preservados nas plantas.

Figura 3 – Coleta do comprimento de cladódios



Fonte: Arquivo pessoal

Figura 4 – Coleta da espessura de cladódios



Fonte: Arquivo pessoal

De posse das mensurações descritas, determinaram-se as seguintes variáveis: taxa de alongamento de cladódios (TALC), taxa de alargamento de cladódios (TAC), taxa de crescimento do perímetro de cladódios (TCPC) e taxa de espessamento de cladódios (TEC). As taxas de crescimento analisadas foram calculadas ao subtrair a última medição pela primeira e dividir pelo número de dias (CUNHA *et al.*, 2012).

Os dados foram submetidos a análise de variância – ANOVA e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, utilizando-se como ferramenta de auxílio às análises o programa computacional *Statistical Analyses System* - SAS (SAS 9.1, 2009).

4 RESULTADOS

O comprimento e a espessura de cladódios de primeira ordem foram influenciados pelo manejo de plantio e frequência de colheita, respectivamente (Tabela 1). Por outro lado, a largura e o perímetro de cladódios de primeira ordem não variaram em função dos tratamentos. O plantio não enterrado apresentou o menor comprimento de cladódios de primeira ordem (21,71 cm), redução de 10,21% em relação ao tratamento enterrado (45NS). A espessura de cladódios de primeira ordem reduziu com a frequência de colheita, indicando manutenção de cladódios mais jovens com o aumento da frequência de colheita.

Tabela 1. Medidas morfométricas de cladódios de primeira ordem da palma forrageira cv. Orelha de Elefante Mexicana, em função do manejo de plantio e da frequência de colheita

Manejo do Plantio ¹	Comprimento (cm)	Largura (cm)	Perímetro (cm)	Espessura (mm)
Não Enterrado	21,71 ^B	17,15	58,49	16,42
Enterrado (45NS)	24,18 ^A	16,13	60,14	17,03
Enterrado (90LO)	23,90 ^{AB}	16,50	59,69	17,81
Frequência de Colheita (Meses)				
6	23,01	15,72	57,54	11,41 ^C
12	21,78	15,81	55,89	15,65 ^{BC}
18	24,54	18,06	63,20	19,29 ^{AB}
24	23,73	16,79	61,14	22,00 ^A
CV (%)	10,19	12,22	10,41	20,46

¹Não enterrado - lado mais largo do cladódio-mãe voltado para o solo; Enterrado (45NS) - lado mais largo do cladódio-mãe no sentido norte-sul, inclinação 45° em relação ao solo; Enterrado (90LO) - lado mais largo do cladódio-mãe no sentido leste-oeste, inclinação 90° em relação ao solo. Médias seguidas de letras iguais na coluna não diferem significativamente a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Houve interação entre manejo do plantio e frequência de colheita para comprimento, largura e perímetro de cladódios de segunda ordem (Tabela 2). Esta interação esteve associada a falta de surgimento de cladódios de segunda ordem na frequência de colheita de 6 meses. No geral, as melhores respostas morfométricas foram observadas a partir da frequência de colheita de 12 meses (Tabela 2).

Tabela 2. Medidas morfométricas de cladódios de segunda ordem da palma forrageira cv. Orelha de Elefante Mexicana, em função do manejo de plantio e da frequência de colheita

Manejo do Plantio ¹	Frequência de Colheita (Meses)*				
	6	12	18	24	
Comprimento (CV = 9,53%)					Média
Não Enterrado	0,00 ^{Bb}	23,81 ^a	22,90 ^a	26,50 ^a	18,30
Enterrado (45NS)	20,03 ^{Ab}	25,20 ^a	23,26 ^{ab}	26,35 ^a	23,71
Enterrado (90LO)	19,67 ^A	22,24	24,62	23,80	22,58
Média	13,23	23,75	23,59	25,55	
Largura (CV = 12,70%)					
Não Enterrado	0,00 ^{Bb}	19,39 ^a	19,98 ^a	20,39 ^a	14,94
Enterrado (45NS)	14,41 ^{Ab}	21,15 ^a	18,58 ^{ab}	20,85 ^a	18,75
Enterrado (90LO)	16,03 ^A	18,05	20,31	19,60	18,50
Média	10,14	19,53	19,62	20,28	
Perímetro (CV = 10,17%)					
Não Enterrado	0,00 ^{Bb}	61,30 ^a	64,30 ^a	69,91 ^a	48,87
Enterrado (45NS)	49,42 ^{Ab}	68,93 ^a	64,20 ^{ab}	71,65 ^a	63,55
Enterrado (90LO)	52,33 ^A	58,83	68,46	62,74	60,59
Média	33,92	63,02	65,65	68,10	
Espessura (CV = 20,20%)					
Não Enterrado	0,00	11,11	12,84	14,78	9,68^B
Enterrado (45NS)	8,90	11,80	15,38	16,74	13,20^A
Enterrado (90LO)	9,94	12,17	16,09	16,99	13,80^A
Média	6,28^c	11,69^b	14,77^{ab}	16,17^a	

¹Não enterrado - lado mais largo do cladódio-mãe voltado para o solo; Enterrado (45NS) - lado mais largo do cladódio-mãe no sentido norte-sul, inclinação 45° em relação ao solo; Enterrado (90LO) - lado mais largo do cladódio-mãe no sentido leste-oeste, inclinação 90° em relação ao solo. Médias seguidas pela mesma letra minúsculas na linha e maiúscula na coluna, dentro de cada variável, não diferem ($P > 0,05$) pelo teste de Tukey.

As taxas de crescimento de cladódios de primeira ordem não foram influenciadas pelo manejo do plantio, no entanto, variaram em função da frequência de colheita (Tabela 3). As taxas de alongamento, de alargamento, do crescimento do perímetro e de espessamento de cladódios de primeira ordem reduziram com a frequência de colheita, com maiores valores na frequência de colheita de 6 meses.

Tabela 3. Taxas de crescimento de cladódios de primeira ordem da palma forrageira cv. Orelha de Elefante Mexicana, em função do manejo de plantio e da frequência de colheita

Manejo do Plantio ¹	² TALC	² TAC	² TCPC	² TEC
Não Enterrado	0,40	0,30	1,06	0,27
Enterrado (45NS)	0,32	0,21	0,81	0,20
Enterrado (90LO)	0,36	0,24	0,91	0,23
Frequência de Colheita (Meses)				
6	0,70 ^A	0,48 ^A	1,77 ^A	0,36 ^A
12	0,45 ^B	0,32 ^B	1,17 ^B	0,33 ^A
18	0,17 ^C	0,12 ^C	0,45 ^C	0,13 ^B
24	0,12 ^C	0,08 ^C	0,32 ^C	0,12 ^B
CV	33,65	33,85	33,44	34,16

¹Não enterrado - lado mais largo do cladódio-mãe voltado para o solo; Enterrado (45NS) - lado mais largo do cladódio-mãe no sentido norte-sul, inclinação 45° em relação ao solo; Enterrado (90LO) - lado mais largo do cladódio-mãe no sentido leste-oeste, inclinação 90° em relação ao solo. ²TALC - taxa de alongamento de cladódios (cm/planta*dia); TAC - taxa de alargamento de cladódios (cm/planta*dia); TCPC - taxa de crescimento do perímetro de cladódios (cm/planta*dia); TEC - taxa de espessamento de cladódios (mm/planta*dia). Médias seguidas de letras iguais na coluna não diferem significativamente a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Houve interação entre manejo do plantio e frequência de colheita para as taxas de alongamento, crescimento do perímetro e de espessamento de cladódios de segunda ordem (Tabela 4). Não houve crescimento de cladódios de segunda ordem no tratamento não enterrado na frequência de colheita de 6 meses devido ausência de brotações de cladódios de segunda ordem. As melhores taxas de crescimento de cladódios de segunda ordem foram obtidas no tratamento enterrado (45NS) com frequência de colheita de 6 meses.

Tabela 4. Taxas de crescimento de cladódios de segunda ordem da palma forrageira cv. Orelha de Elefante Mexicana, em função do manejo de plantio e da frequência de colheita

Manejo do Plantio ¹	Frequência de Colheita (Meses)				Média
	6	12	18	24	
² TALC (CV = 36.49%)					
Não Enterrado	0,00 ^{Bb}	0,56 ^a	0,41 ^a	0,34 ^{ab}	0,33
Enterrado (45NS)	0,64 ^{Aa}	0,32 ^{ab}	0,25 ^b	0,25 ^b	0,37
Enterrado (90LO)	0,34 ^{AB}	0,43	0,42	0,33	0,38
Média	0,33	0,44	0,36	0,31	
² TAC (CV = 35.81%)					
Não Enterrado	0,00 ^b	0,45 ^a	0,36 ^a	0,26 ^{ab}	0,27
Enterrado (45NS)	0,47	0,26	0,20	0,19	0,28
Enterrado (90LO)	0,27	0,33	0,33	0,28	0,30
Média	0,25	0,35	0,30	0,24	
² TCPC (CV = 31.36 %)					
Não Enterrado	0,00 ^b	1,46 ^a	1,14 ^a	0,92 ^a	0,88
Enterrado (45NS)	1,64 ^a	0,88 ^{ab}	0,71 ^b	0,88 ^{ab}	1,02
Enterrado (90LO)	0,88	1,15	1,13	1,17	1,08
Média	0,84	1,16	0,99	0,99	
² TEC (CV = 34.28%)					
Não Enterrado	0,00 ^{Bb}	0,29 ^a	0,22 ^a	0,19 ^{ab}	0,23
Enterrado (45NS)	0,29 ^A	0,16	0,18	0,17	0,20
Enterrado (90LO)	0,16 ^{AB}	0,23	0,27	0,23	0,22
Média	0,15	0,23	0,22	0,20	

¹Não enterrado - lado mais largo do cladódio-mãe voltado para o solo; Enterrado (45NS) - lado mais largo do cladódio-mãe no sentido norte-sul, inclinação 45° em relação ao solo; Enterrado (90LO) - lado mais largo do cladódio-mãe no sentido leste-oeste, inclinação 90° em relação ao solo. ²TALC - taxa de alongamento de cladódios (cm/planta*dia); TAC - taxa de alargamento de cladódios (cm/planta*dia); TCPC - taxa de crescimento do perímetro de cladódios (cm/planta*dia); TEC - taxa de espessamento de cladódios (mm/planta*dia). Médias seguidas pela mesma letra minúsculas na linha e maiúscula na coluna, dentro de cada variável, não diferem (P > 0,05) pelo teste de Tukey.

O manejo do plantio não influenciou as taxas de crescimento da planta (Tabela 5). Por outro lado, a taxa de alongamento e a taxa de crescimento do perímetro de cladódios variou em função da frequência de colheita, sendo observado maiores valores na frequência de colheita de 12 meses.

Tabela 5. Taxas de crescimento da planta de palma forrageira cv. Orelha de Elefante Mexicana, em função do manejo de plantio e da frequência de colheita

Manejo do Plantio ¹	² TALC (cm/planta*dia)	² TAC (cm/planta*dia)	² TCPC (cm/planta*dia)	² TEC (mm/planta*dia)
Não Enterrado	0,78	0,66	2,05	0,49
Enterrado (45NS)	0,77	0,57	1,88	0,45
Enterrado (90LO)	0,94	0,72	2,31	0,52
Frequência de Colheita (Meses)				
6	0,87 ^{AB}	0,66	2,15 ^{AB}	0,46
12	1,02 ^A	0,78	2,67 ^A	0,61
18	0,69 ^B	0,57	1,89 ^B	0,45
24	0,71 ^B	0,58	1,61 ^B	0,45
CV (%)	23,45	28,98	28,94	31,95

¹Não enterrado - lado mais largo do cladódio-mãe voltado para o solo; Enterrado (45NS) - lado mais largo do cladódio-mãe no sentido norte-sul, inclinação 45° em relação ao solo; Enterrado (90LO) - lado mais largo do cladódio-mãe no sentido leste-oeste, inclinação 90° em relação ao solo. ²TALC - taxa de alongamento de cladódios; TAC - taxa de alargamento de cladódios; TCPC - taxa de crescimento do perímetro de cladódios; TEC - taxa de espessamento de cladódios. Médias seguidas de letras iguais na coluna não diferem significativamente a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

5 DISCUSSÃO

O crescimento vegetativo da palma forrageira envolve inicialmente a formação de raízes e, posteriormente, formação de cladódios de primeira ordem e redução ou aumento do crescimento dependendo das condições hídricas do solo (DONATO *et al.*, 2020; PEREIRA *et al.*, 2015). No presente estudo, mesmo com atraso no estabelecimento de raízes dos cladódios-mãe no tratamento não enterrado, evidenciado pelo atraso de 11 dias no surgimento de cladódios de primeira ordem, houve adequado estabelecimento da palma forrageira independente do manejo do plantio adotado, sendo constatado pela semelhança entre os tratamentos para largura, perímetro e espessura de cladódios de primeira ordem e para as taxas de crescimento de cladódios de primeira ordem.

O aumento da espessura de cladódios de primeira e segunda ordem com a frequência de colheita é decorrente do amadurecimento da planta, no qual os cladódios mais velhos ficam mais espessos (DONATO *et al.*, 2014; SILVA *et al.*, 2010b). A falta de efeito da frequência de colheita sobre o comprimento, largura e perímetro de cladódios de primeira ordem esteve associada as maiores taxas de

alongamento, alargamento e de crescimento do perímetro de cladódios de primeira ordem, evidenciando efeito compensatório com a frequência de colheita.

A interação entre manejo do plantio e frequência de colheita para as dimensões e crescimentos de cladódios de segunda ordem ocorreu em função da ausência de brotações de cladódios de segunda ordem no plantio não enterrado com frequência de colheita de 6 meses. O atraso na brotação de cladódios de primeira ordem no plantio não enterrado combinado ao corte drástico, preservando apenas o cladódio-mãe, e a maior frequência de corte na colheita a cada 6 meses justifica este efeito. Os valores médios de comprimento, largura, perímetro e espessura da palma forrageira cv. Orelha de Elefante Mexicana, no presente estudo, foram próximos aos observados por Lima *et al.* (2018); Silva *et al.* (2015); Silva *et al.* (2016).

A ausência de efeito da forma de plantio sobre o crescimento da planta de palma forrageira também reflete um adequado estabelecimento do sistema radicular nos cladódios-mãe não enterrados ao longo dos ciclos de produção. Ou seja, formando um sistema radicular ideal, contendo raízes estruturais, absorventes e em esporão (Hills, 2001). Vale destacar a ausência de tombamento de plantas no plantio não enterrado. A maior frequência de colheita, nas frequências de 6 e 12 meses, esteve associada as maiores taxas de crescimento da planta de palma forrageira no presente estudo, comportamento semelhante ao observado em cladódios de primeira e segunda ordem.

6 CONCLUSÃO

O plantio não enterrado não compromete o desenvolvimento da palma forrageira cv. Orelha de Elefante Mexicana irrigada e adubada, sendo, portanto, uma alternativa potencial aos plantios convencionais.

REFERÊNCIAS

- AGUIAR, M. S. M. A.; SILVA, F. F.; DONATO, S. L. R.; RODRIGUES, E. S. O.; COSTA, L. T.; MATEUS, R. G.; SOUZA, D. R.; SILVA, V. L. Palma forrageira em dietas de novilhas leiteiras confinadas: desempenho e viabilidade econômica. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 36, n. 2, p. 1013-1030, 2015a.
- AGUIAR, M. S. M. A.; SILVA, F. F.; DONATO, S. L. R.; SCHIO, A. R.; SOUZA, D. D.; MENESES, M. A.; LÉDO, A. A. Síntese de proteína microbiana e concentração de ureia em novilhas leiteiras alimentadas com palma forrageira *Opuntia*. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 36, n. 2, p. 999-1012, 2015b.
- BARBOSA, M. L.; SILVA, T. G. F.; ZOLNIER, S.; SILVA, S. M. S.; NETO, A. J. S. The influence of cladode morphology on the canopy formation of forage cactus plants. **Revista Caatinga**, v. 31, n. 1, p. 180 – 190, 2018.
- BRASIL. Resolução Nº 115, de 23 de novembro de 2017. Aprova a Proposição nº 113/2017, que acrescenta municípios a relação aprovada pela Resolução CONDEL nº 107, e 27 de julho de 2017. Fortaleza: Ministério da Integração Nacional. Disponível em: <https://www.gov.br/sudene/pt-br/centrais-de-conteudo/resolucao115-23112017-delimitacaodosemiarido-dou-pdf>. Acesso em: 20 ago. de 2021
- CARVALHO, C. B. M.; EDVAN, R. L.; CARVALHO, M. L. A. M.; REIS, A. L. A.; NASCIMENTO, R. R. Uso de cactáceas na alimentação animal e seu armazenamento após colheita. **Archivos de Zootecnia**, v. 67, n. 259, p. 440-446, 2018.
- 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.
- CORDOVA-TORRES, A. V.; COSTA, R. G.; MEDEIROS, A. N.; ARAÚJO FILHO, J. T.; RAMOS, A. O.; ALVES, N. L. Performance of sheep fed forage cactus with total water restriction. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 18, n. 2, p. 369-377, 2017.
- COSTA, R. G.; TREVIÑO, I. H.; MEDEIROS, G. R.; MEDEIROS, A. N.; PINTO, T. F.; OLIVEIRA, R. L. Effects of replacing corn with cactus pear (*Opuntia ficus indica* Mill) on the performance of Santa Inês lambs. **Small Ruminant Research**, v. 102, n. 1, p.

13-17, 2012.

COSTA, C. T. F.; FERREIRA, M. A.; CAMPOS, J. M. S.; SILVA, J. L.; ANDRADE, R. P. X.; CONCEIÇÃO, M. G. Multiple supplements containing spineless cactus enriched with urea for cattle. **Acta Scientiarum**, Animal Sciences, v. 39, n. 4, p. 363-369, 2017.

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.

DONATO, P. E. R.; PIRES, A. J. V.; DONATO, S. L. R.; BONOMO, P.; SILVA, J. A.; AQUINO, A. A. Morfometria e rendimento da palma forrageira 'Gigante' sob diferentes espaçamentos e doses de adubação orgânica. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 9, n. 1, p. 151-158, 2014.

DONATO, P. E. R.; DONATO, S. L. R.; SILVA, J. A.; PIRES, A. J. V.; ROSA, R. C. C.; AQUINO, A. A. Nutrition and yield of 'Gigante' cactus pear cultivated with different spacings and organic fertilizer. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.20, n.12, p.1083-1088, 2016.

DONATO, S.; BRITO, C. F. B.; FONSECA, V. A.; ARANTES, A. M.; SILVA, J. A.; DONATO, P. E. R. Aspectos ecofisiológicos. In: DONATO, S. L. R.; BORÉM, A.; RODRIGUES, M. G. V. Palma forrageira: do plantio à colheita. 22.ed. Belo Horizonte: EPAMIG, 2020. p. 43-77

FERREIRA, M. A.; SILVA, F. A.; BISPO, S. V.; AZEVEDO, M. Estratégias na suplementação de vacas leiteiras no semi-árido do Brasil. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, p. 322-329, 2009.

FERRAZ, R. L. S.; COSTA, P. S.; DANTAS NETO, J.; VIÉGAS, P. R. A.; MELO, A. S.; COSTA, F. S.; MEDEIROS, A. S.; MAGALHÃES, I. D.; LIMA, A. S.; CALVALCANTE JÚNIOR, C. A.; LIMA, V. L. A. Estimation of productivity gain by irrigated and fertilized forage palm plants (*Opuntia ficus-indica* (L.) Mill. and *Nopalea cochenillifera* (L.) Salm-Dyck): systematic review and meta-analysis. **Australian Journal of Crop Science**, v. 13, n. 11, p.1873-1882, 2019.

HILLS, F.S. **Anatomia e Morfologia**. In: Agroecologia, cultivo e uso da palma forrageira. FAO, 1995. SEBRAE-PB. p.36-48. 216p. 2001.

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.

LIMA, W. S.; PEREZ-MARIN, A. M., LAMBAIS, G. R. Adubos orgânicos no desenvolvimento de variedades da palma forrageira. **Revista Verde**, v. 13, n. 2, p. 170- 175, 2018.

LOPES, E. B.; BRITO, C. H.; ALBUQUERQUE, I. C.; BATISTA, J. L. Efeito de formas de plantio na produção de cladódios em palma doce. **Engenharia Ambiental**, v. 6, n. 1, p. 303-308, 2009.

LOPES, M. N.; CÂNDIDO, M. J. D.; GOMES, E. C.; POMPEU, R. C. F. F.; SILVA, R. G. Biomass flow and water efficiency of cactus pear under diferente managements in the Brazilian Semiarid. **Revista Ciência Agronômica**, v. 49, n. 2, p. 324-333, 2018.

MACÊDO, A. J. S.; SANTOS, E. M.; OLIVEIRA, J. S.; PERAZZO, A. F. Produção de silagem na forma de ração à base de palma: Revisão de Literatura. **Revista Electrónica de Veterinaria**, v. 18, n. 9, p. 1-11, 2017.

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

MONTEIRO, C. C. F.; FERREIRA, M. A.; VÉRAS, A. S. C.; GUIDO, S. I.; ALMEIDA, M. P.; SILVA, R. C.; INÁCIO, J. G. A new cactus variety for dairy cows in areas infested with *Dactylopius opuntiae*. **Animal Production Science**, v. 59, n. 3, p. 479-485, 2018.

NETO, J. P.; SOARES, P. C.; BATISTA, A. M. V.; ANDRADE, S. F. J.; ANDRADE, R. P. X.; LUCENA, R. B.; GUIM, A. Balanço hídrico e excreção renal de metabólitos em ovinos alimentados com palma forrageira (*Nopalea cochenillifera* Salm Dyck). **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 36, n. 4, p. 322-328, 2016.

NETO, J. D.; MATOS, R. M.; SILVA, P. F.; LIMA, A. S.; AZEVEDO, C. A. V.; SABOYA, L. M. F. Growth and yield of cactus pear under irrigation frequencies and nitrogen fertilization. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 24, n. 10, p. 664-671, 2020.

NÓBREGA, R. S.; SANTIAGO, G. A. C. F. Tendências do controle climático oceânico sob a variabilidade temporal da precipitação no Nordeste do Brasil. **Revista de Geografia Norte Grande**, v. 63, p. 9-26, 2016.

OLIVEIRA, V. S.; FERREIRA, M. A.; GUIM, A.; MODESTO, E. C.; ARNAUD, B. L.; SILVA, F. M. Substituição total do milho e parcial do feno do capim-tifton por palma forrageira em dietas para vacas em lactação. Produção, composição do leite e custos com alimentação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, n. 4, p. 928-935, 2007.

PADILHA JUNIOR, M. C.; DONATO, S. L. R.; SILVA, J. A.; DONATO, P. E. R.; SOUZA, E. S. Características morfométricas e rendimento da palma forrageira 'Gigante' sob diferentes adubações e configurações de plantio. **Revista Verde**, v. 11, n.1, p.67-72, 2016.

PEIXOTO, M. J. A.; CARNEIRO, M. S. S.; AMORIM, D. S.; EDVAN, R. L.; PEREIRA, E. S.; COSTA, M. R. G. F. Características agronômicas e composição química da palma forrageira em função de diferentes sistemas de plantio. **Archivos de Zootecnia**, v. 67, n. 257, p. 35-39, 2018.

PEREIRA, P. 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.

PEREIRA, J. S.; 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. 02, p. 01-10, 2020.

PINHEIRO, K. M.; SILVA, T. G. F.; CARVALHO, H. F. S.; SANTOS, J. E. O.; MORAIS, J. E. F.; ZOLNIER, S.; SANTOS, D. C. Correlações do índice de área do cladódio com características morfogênicas e produtivas da palma forrageira. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 49, n. 12, p. 939-947, 2014.

ROCHA, J. E. S. Palma forrageira no Nordeste do Brasil: o estado da arte. Embrapa Caprinos e Ovinos, Sobral – CE, 2012. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/979108/1/DOC106.pdf>. Acesso em: 22 jul. de 2021

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. **Archivos de Zootecnia**, v. 66, n. 255, p. 365-373, 2017.

RODRIGUES, A. M.; PITACAS, F. I.; REIS, C. M. G.; BLASCO, M. Nutritional value of *Opuntia ficus-indica* cladodes from portuguese ecotypes. **Bulgarian Journal of Agricultural Science**, v. 22, n. 1, p. 40-45, 2016.

SANTOS, D. C.; FARIAS, I.; LIRA, M. A.; SANTOS, M. V. F.; ARRUDA, G. P.; COELHO, R. S. B.; DIAS, F. M.; MELO, J. N. **Manejo e utilização da palma forrageira (*Opuntia* e *Nopalea*) em Pernambuco**. Recife: IPA, 2006. 48p. (IPA. Documentos, 30).

SAS - Statistical Analyses System, 9.1, 2009.

SILVA, N. G. M.; LIRA, M. A.; SANTOS, M. V. F.; DUBEUX JÚNIOR, J. C. B.; MELLO, A. C. L.; SILVA, M. C. Relação entre características morfológicas e produtivas de clones de palma-forrageira. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, n. 11, p. 2389-2397, 2010b.

SILVA, P. C. G.; MOURA, M. S. B.; KIILL, L. H. P.; BRITO, L. T. L.; PEREIRA, L. A.; SÁ, I. B.; CORREIA, R. C.; TEIXEIRA, A. H. C.; CUNHA, T. J. F.; GUIMARÃES FILHO, C. Caracterização do Semiárido brasileiro: fatores naturais e humanos. In: SÁ, I.B.; SILVA, P.C.G. **Semiárido Brasileiro: Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação**. Petrolina: Embrapa Semiárido, 2010a. p. 18-48

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. **Ciência Rural**, v. 44, n. 11, p. 2064-2071, 2014.

SILVA, T. G. F.; ARAÚJO PRIMO, J. T.; MORAIS, J. E. F.; DINIZ, W. J. S.; SOUZA, C. A. A.; SILVA, M. C. Crescimento e produtividade de clones de palma forrageira no semiárido e relações com variáveis meteorológicas. **Revista Caatinga**, v. 28, n. 2, p.10-18, 2015.

SILVA, P. F.; MATOS, R. M.; BORGES, V. E.; NETO, J. D.; FARIAS, M. S. S. Morphology and biomass yield of forage cactus under mineral fertilization in organic soil. **African Journal of Agricultural Research**, v. 11, n. 37, p. 3497-3505, 2016.

WOLOSIUK, R. A.; BUCHANAN, B. B. Fotossíntese: Reações de Carboxilação. In:

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MØLLER, I. M.; MURPHY, A. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal** [recurso eletrônico]. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2017. p. 203-243.