

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

MONOGRAFIA

Desempenho agrônômico de clones de palma forrageira em função de cobertura do solo em ambiente semiárido

Cláudio Balbino da Cruz Junior

2021



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

MONOGRAFIA

Desempenho agronômico de clones de palma forrageira em função de cobertura do solo em ambiente semiárido

Cláudio Balbino
da Cruz Junior
Graduando

Prof. Dr. Mauricio Luiz de Mello Vieira Leite

Serra Talhada– PE
Fevereiro de 2021

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)

- J95d Junior, Cláudio Balbino da Cruz
Desempenho agrônômico de clones de palma forrageira em função de cobertura do solo em ambiente semiárido / Cláudio Balbino da Cruz Junior. - 2021.
47 f. : il.
- Orientadora: Mauricio Luiz de Mello Vieira Leite. Inclui referências.
- Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Bacharelado em Zootecnia, Serra Talhada, 2021.
1. Semiárido brasileiro. 2. Palma forrageira. 3. Cobertura morta. 4. Resiliência agrícola. I. Leite, Mauricio Luiz de Mello Vieira, orient. II. Título

CDD 636



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

(CLÁUDIO BALBINO DA CRUZ JUNIOR)
Graduando

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

Entregue em 06/02/2021

Média: _____

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Mauricio Luiz de Mello Vieira Leite

Nota

Assinatura

Vicente Imbroisi Teixeira

Nota

Assinatura

Eduardo Soares de Souza

Nota

Assinatura

Sumário

RESUMO	9
ABSTRACT	11
1. INTRODUÇÃO	7
2. REVISÃO DE LITERATURA	8
3. OBJETIVOS	16
3.1 Geral.....	16
3.2 Específicos	16
4. MATERIAL E MÉTODOS	16
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	21
6. CONCLUSÃO	35
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	35

Lista de Figuras

Figura 1. Temperatura do ar durante o período de junho de 2019 a maio de 2020. Fonte: INMET 2020.....	17
Figura 2. Variação da precipitação pluvial durante o período de junho de 2019 a maio de 2020. Fonte: INMET 2020.....	17
Figura 3. Umidade relativa do ar (A), radiação solar global (B), durante o período de junho de 2019 a maio de 2020. Fonte: INMET.....	17
Figura 4. Evolução da altura de planta (AP, cm) de palma forrageira (<i>Opuntia stricta</i>) clone Orelha de Elefante Mexicana (A), (<i>Nopalea cochenillifera</i>) clone Doce Gigante (B) e clone Doce Miúda (C) em função da cobertura morta: T1 - sem cobertura morta; T2 - com cobertura morta parcial; T3 – com cobertura morta total.....	32
Figura 5. Evolução da largura de planta (LP, cm) de palma forrageira (<i>Opuntia stricta</i>) clone Orelha de Elefante Mexicana (A), (<i>Nopalea cochenillifera</i>) clone Doce Gigante (B) e clone Doce Miúda (C) em função da cobertura morta: T1 - sem cobertura morta; T2 – com cobertura morta parcial; T3 - com cobertura morta total.....	34
Figura 6. Evolução do número de cladódio total (NCT) de palma forrageira (<i>Opuntia stricta</i>) clone Orelha de Elefante Mexicana (A), (<i>Nopalea cochenillifera</i>) clone Doce Gigante (B) e clone Doce Miúda (C) em função da cobertura morta: T1 - sem cobertura morta; T2 - com cobertura morta parcial; T3 - com cobertura morta total..	35

Lista de Tabelas

Tabela 1. Altura de planta (cm) de clones de palma forrageira <i>Opuntia stricta</i> ¹ e <i>Nopalea cochenillifera</i> ² , em função da cobertura morta aos 360 dias após o corte.....	22
Tabela 2. Largura de planta (cm) de clones de palma forrageira <i>Opuntia stricta</i> ¹ e <i>Nopalea cochenillifera</i> ² , em função da cobertura morta aos 360 dias após o corte.....	22
Tabela 3. Número de cladódios totais de clones de palma forrageira <i>Opuntia stricta</i> ¹ e <i>Nopalea cochenillifera</i> ² , em função da cobertura morta aos 360 dias após o corte	23
Tabela 4. Comprimento de cladódio primário de clones de palma forrageira <i>Opuntia stricta</i> ¹ e <i>Nopalea cochenillifera</i> ² , em função da cobertura morta aos 360 dias após o corte	24
Tabela 5. Largura de cladódio primário (cm) de clones de palma forrageira <i>Opuntia stricta</i> ¹ e <i>Nopalea cochenillifera</i> ² , em função da cobertura morta aos 360 dias após o corte	25
Tabela 6. Espessura de cladódio primário (cm) de clones de palma forrageira <i>Opuntia stricta</i> ¹ e <i>Nopalea cochenillifera</i> ² , em função da cobertura morta aos 360 dias após o corte	25
Tabela 7. Comprimento de cladódio secundário (cm) de clones de palma forrageira <i>Opuntia stricta</i> ¹ e <i>Nopalea cochenillifera</i> ² , em função da cobertura morta aos 360 dias após o corte	26
Tabela 8. Largura de cladódio secundário (cm) de clones de palma forrageira <i>Opuntia stricta</i> ¹ e <i>Nopalea cochenillifera</i> ² , em função da cobertura morta aos 360 dias após o corte	26
Tabela 9. Espessura de cladódio secundário (cm) de clones de palma forrageira <i>Opuntia stricta</i> ¹ e <i>Nopalea cochenillifera</i> ² , em função da cobertura morta aos 360 dias após o corte	27
Tabela 10. Comprimento de cladódio terciário (cm) de clones de palma forrageira <i>Opuntia stricta</i> ¹ e <i>Nopalea cochenillifera</i> ² , em função da cobertura morta aos 360 dias após o corte	27
Tabela 11. Largura de cladódio terciário (cm) de clones de palma forrageira <i>Opuntia stricta</i> ¹ e <i>Nopalea cochenillifera</i> ² , em função da cobertura morta aos 360 dias após o corte	28
Tabela 12. Espessura de cladódio terciário (cm) de clones de palma forrageira <i>Opuntia stricta</i> ¹ e <i>Nopalea cochenillifera</i> ² , em função da cobertura morta aos 360 dias após o corte	28
Tabela 13. Resistência do solo à penetração (Mpa) em cultivos com clones de palma forrageira <i>Nopalea cochenillifera</i> , em função da cobertura morta aos 360 dias após o corte.....	29
Tabela 14. Umidade do solo (g/g) em cultivos com clones de palma forrageira <i>Nopalea cochenillifera</i> , em função da cobertura morta aos 360 dias após o corte.....	30

RESUMO

A palma forrageira é utilizada na alimentação de ruminantes, face o elevado rendimento de fitomassa, alto valor energético e plena adaptação a ambientes semiáridos. A cobertura morta é uma técnica amplamente utilizada na agricultura, recomendada principalmente para regiões semiáridas, por aumentar a retenção de água no solo, incrementar a fertilidade através do fornecimento de matéria orgânica, melhorar suas propriedades físicas e mitigar os efeitos da erosão, cobrindo a superfície do solo, total ou parcialmente.

Desse modo, avaliou-se os efeitos da cobertura morta nas características de crescimento e produtividade de fitomassa de clones de palma forrageira (*Opuntia stricta* e *Nopalea cochenilifera*) e sobre as propriedades físico-hídricas do solo. O experimento está sendo conduzido em condições de campo (sequeiro) na área experimental do Grupo de Estudos e Pesquisas em Forragicultura (GEFOR), localizada na Universidade Federal Rural de Pernambuco, Unidade Acadêmica de Serra Talhada (UFRPE-UAST), Serra Talhada, PE (7°58'20" Sul; 38°17'32" Oeste e Altitude 499 m). A precipitação pluvial média anual fica em torno 632 mm e a média das temperaturas do ar mensais oscila entre 23,6 e 27,7 °C. Segundo Köppen, o clima local é do tipo BSw^h.

Utilizou-se o delineamento em blocos casualizados (DBC) no esquema fatorial 3 x 3, com três clones de palma forrageira resistentes à cochonilha-do-carmim [Orelha de Elefante Mexicana (*Opuntia stricta*), Doce Miúda (*Nopalea cochenillifera*) e Doce Gigante (*N. cochenillifera*)] e três sistemas de cultivo [sistema convencional com solo desnudo (sem cobertura morta), cobertura morta parcial do solo (0,30 m de cada lado da linha de cultivo) e cobertura morta total do solo], com seis repetições. Mensalmente estão sendo avaliados parâmetros estruturais no cladódio e na planta dos clones de palma forrageira. Para avaliar as propriedades físico-hídricas do solo foram mensuradas a umidade do solo e a resistência do solo à penetração. Os dados foram submetidos ao teste de normalidade (Shapiro-wilk), homocedasticidade (Cochran), análise de variância (Teste F a 5 %), teste de Tukey (5%) para comparação de médias e análise de regressão.

Analisando o número de cladódios totais de palma forrageira (*N. Cochenillifera* e *O. stricta*) verifica-se superioridade ($P < 0,05$) do clone Doce Miúda em relação aos clones Doce Gigante e Orelha de Elefante Mexicana, independentemente da cobertura morta no solo.

Portanto foi possível constatar que os clones Orelha de Elfante Mexicana e Doce Gigante apresenta média de comprimento e largura de cladódio primário superior ao do

clone Doce Miúda, que por sua vez demonstra maior largura de planta e maior número total de cladódios.

Palavras chaves: Semiárido brasileiro, Palma forrageira, Cobertura morta, Resiliência agrícola

ABSTRACT

The palm is used in the feeding of ruminants, given the high yield of phytomass, high energy value and full adaptation to semi-arid environments. Mulching is a technique widely used in agriculture, recommended mainly for semi-arid regions, as it increases soil water retention, increases fertility through the supply of organic matter, improves its physical properties and mitigates the effects of erosion, covering the surface of the soil, totally or partially.

In this way, the effects of mulch on the growth and productivity characteristics of forage palm clones (*Opuntia stricta* and *Nopalea cochenilifera* (L.) Salm-Dyck) and on the physical-hydric properties of the soil were evaluated. The experiment is being carried out under field conditions (rainfed) in the experimental area of the Forage Studies and Research Group (GEFOR), located at the Federal Rural University of Pernambuco, Serra Talhada Academic Unit (UFRPE – UAST), Serra Talhada, PE (7°58'20" South; 38°17'32" West and Altitude 499 m). The average annual rainfall is around 632 mm and the average monthly air temperature ranges between 23.6 and 27.7 °C. According to Köppen, the local climate is BSw_h.

A randomized block design (DBC) in a 3 x 3 factorial scheme was used, with three forage palm clones resistant to carmine cochineal [Mexican Elephant Ear (*Opuntia stricta*), Sweet Miúda (*Nopalea cochenillifera* (L.) Salm-Dyck) and Doce Gigante (*Nopalea cochenillifera* (L.) Salm-Dyck)] and three cultivation systems [conventional system with bare soil (without mulch), partial mulch (0.30 m on each side of the row) and total soil mulch], with six replications. Structural parameters are being evaluated monthly in the cladode and in the plant of forage palm clones. To assess the soil's physical-hydric properties, soil density, sorbity, porosity and soil resistance to penetration were measured. The data were submitted to the normality test (Shapiro-wilk), homoscedasticity (Cochran), analysis of variance (5% F test), Tukey test (5%) for comparison of means and regression analysis.

Analyzing the number of total forage palm cladodes (N. *Cochenillifera* and *Opuntia stricta*), there is superiority ($P < 0.05$) of the clone Doce Miúda in relation to the clones Doce Gigante and Mexican Elephant Ear, regardless of the mulch in the soil.

Therefore, it was possible to verify that the clones Orelha de Elfante Mexicana and Doce Gigante have an average primary cladode length and width greater than that of the clone Doce Miúda, which in turn demonstrates greater plant width and a greater total number of cladodes.

Keywords: Brazilian semiarid, Forage palm, Mulch, Agricultural resilience

1. INTRODUÇÃO

As regiões áridas e semiáridas cobrem cerca de um terço da área terrestre do mundo e são habitadas por aproximadamente 400 milhões de pessoas. No Brasil, particularmente, o semiárido ocupa uma vasta área, entre 750.000 a 850.000 km² o que é equivalente a 48% da área total da região Nordeste e corresponde, em média, a 10% do território nacional (SILVA et al., 2014).

Os ecossistemas semiáridos caracterizam-se por apresentarem pouca água disponível no solo a maior parte do ano, devido a irregular distribuição de chuvas (OLIVEIRA FILHO et al., 2019), associada a elevada evapotranspiração. Para reduzir os efeitos negativos causados por estas condições, estratégias de convivência com o semiárido devem ser adotadas visando o incremento da oferta de forragem para os animais (PEREIRA FILHO et al., 2013). Dentro desse contexto, deve-se associar o uso de espécies adaptadas ao ambiente com práticas de manejo que otimizem os recursos naturais disponíveis para viabilizar a atividade agropecuária na região.

Segundo Leite et al. (2014), a pecuária representa uma das mais importantes atividades econômicas para o Semiárido brasileiro, sendo um dos principais fatores para a garantia da segurança alimentar das famílias rurais e geração de emprego e renda na região, contribuindo para uma maior estabilidade econômica, devido ser uma atividade de menor risco em comparação à agricultura de sequeiro, contudo, a baixa produtividade bioeconômica dos rebanhos é, em parte, reflexo das carências nutricionais a que estão submetidos.

Neste contexto, a palma forrageira apresenta-se com destaque para a alimentação de ruminantes, face o elevado rendimento de fitomassa, tolerância ao déficit hídrico, elevada eficiência de uso de água, alto valor energético, boa aceitabilidade pelos ruminantes, elevado coeficiente de digestibilidade, fácil propagação e plena adaptação às condições edafoclimáticas locais (LEITE et al., 2014; CAVALCANTE et al., 2017). Por ser um alimento verde e possuir alto conteúdo de água a palma representa uma valiosa contribuição no suprimento desse líquido para os ruminantes.

A relação presente entre as características morfológicas, como altura e largura da planta, índice de área de cladódio e o rendimento da planta representa um dado de grande importância para a compreensão da resposta da palma forrageira às condições do ambiente de cultivo.

Alves et al. (2007) realizaram estudos em busca de alternativas para aumentar a produção de massa seca da palma forrageira no Semiárido brasileiro. Uma das práticas

indicadas por eles, foi o plantio adensado que tem sido a prática mais utilizada recentemente e que vem aumentando a produtividade dessa cultura e contribuindo para o adequado manejo desta cactácea.

No contexto da sustentabilidade, o uso da cobertura morta têm minimizado os problemas referentes à conservação de solo e água, pois contribui para a agregação do solo e ciclagem de nutrientes, incrementa a porosidade e capacidade de retenção hídrica, e reduz o impacto erosivo das chuvas e evapotranspiração, proporcionando assim, melhoria nas propriedades físicas, químicas e biológicas do solo, em virtude do não revolvimento e da manutenção de cobertura morta em superfície (MENEZES et al., 2009).

A qualidade física do solo é um atributo fortemente influenciado pela cobertura morta, uma vez que, a utilização desta impede o impacto direto das gotas de chuva, diminuindo as perdas de solo por erosão hídrica e o escoamento superficial. Consequentemente, há um aumento na capacidade de infiltração e no armazenamento de água no solo, pois a matéria orgânica adicionada (cobertura orgânica) atua na melhoria da estrutura do solo (PROSDOCIMI; TAROLLI; CERDÀ, 2016).

A cobertura morta é uma técnica amplamente utilizada na agricultura, recomendada principalmente para regiões semiáridas, pela capacidade de modificar as estruturas físico-químicas de solos agrícolas, cobrindo a superfície do solo, total ou parcialmente. Os benefícios da cobertura morta podem ser resumidos na maior conservação da umidade do solo, na redução da evaporação, melhoria da porosidade total do solo, aumento da eficiência da água, maior controle de ervas daninhas (NAWAZ et al., 2017), atenuar os efeitos do acúmulo de sais no solo advindos da água de irrigação, disponibilizar nutrientes às plantas (ABD EL-MAGEED; SEMIDA; ABD EL-WAHED, 2016; SAGLAM et al., 2017) com maiores rendimentos e qualidade da cultura (MORENO & MORENO, 2008).

Estudos sobre o efeito da cobertura morta sobre clones de palma forrageiras das espécies *Opuntia stricta* e *Nopalea cochenillifera*, resistentes à cochonilha-do-carmim são escassos e fazem-se necessários, devido à crucial importância dessa cultura para o desenvolvimento sustentável do Semiárido brasileiro.

2. REVISÃO DE LITERATURA

A FAO (Food Agriculture Organization) reconhece o potencial da palma forrageira e sua importância para contribuir com o desenvolvimento das regiões áridas e

semiáridas, especialmente nos países em desenvolvimento, através da exploração econômica das várias espécies, com consequências excelentes para o meio ambiente e para segurança alimentar (LOPES, 2009).

O México é apontado como o centro de origem da palma e, por séculos, essa planta tem-se constituído a base alimentar das populações locais. No século 16, a palma forrageira foi levada à Europa pelos espanhóis e hoje é cultivada em todos os continentes com presença constante nas alimentações humana e animal (INGLESE, 2010). No México, estima-se que mais de setenta mil hectares se destinam à produção de frutos, principalmente nas regiões de Zacatecas, Saltillo e Durango, e mais de um milhão de hectares se destina à produção de forragem (PADRÓN PEREIRA, 2012).

No Brasil a introdução desta cultura se deu por volta da década de 70 do século XIX com intuito de ser hospedeira do inseto conhecido como cochonilha-do-carmim (*Dactylopius coccus* [Cockerell]) que é capaz de produzir corante de cor marcante, sendo na época de alto valor e apreciado pelos nobres. De acordo com Rocha (2012), logo em seguida a palma passou a ser usada como planta ornamental, e somente no início do século XX, como planta forrageira. Esse último uso se intensificou na década de 90 do século XX quando ocorreram secas prolongadas no Nordeste (ALBUQUERQUE, 2000).

A garantia do futuro em ecossistemas climaticamente definidos como áreas semiáridas e áridas depende do manejo sustentável dos sistemas agrícolas com fundamentos no uso de cultivos adaptados às suas condições edafoclimáticas. A produção de tecnologias capazes de contribuir no processo de transformação desta realidade passa necessariamente pela exploração de culturas mais apropriadas a suportarem as condições de falta de água, altas temperaturas, solos de baixa fertilidade e que exijam poucos insumos, de fácil manejo no plantio e que forneçam alimento e forragem para a produção agricultura de subsistência e para a pecuária da região (OLIVEIRA et al., 2010).

Durante as duas primeiras décadas do século 20, as pessoas envolvidas com o cultivo da palma perceberam sua resistência às secas e que era muito apreciada pelo gado quando nos períodos de estiagem. Frota et al. (2015) relataram que essa nova finalidade teve início em meados de 1932 por ação governamental que autorizou a implantação de 200 campos de palma no Nordeste do Brasil para diminuir o impacto provocado pela seca que assolava a região.

A palma forrageira sem espinho não é nativa do Brasil, foi introduzida por volta

de 1880, em Pernambuco, através de sementes importadas do Texas-Estados Unidos (SILVA & SANTOS, 2007).

O Semiárido Brasileiro é composto por 1.262 municípios, dos estados do Maranhão, Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Sergipe, Bahia e Minas Gerais (SUDENE, 2017). Esta é uma região caracterizada por apresentar escassez e irregularidades de chuvas, elevada evaporação anual, superior a 2.000mm, e solos rasos com baixa capacidade de retenção de umidade, o que influencia na disponibilidade e qualidade de forragem para a alimentação animal (SILVA et al., 2014). De acordo com Alves et al. (2014) e Carneiro et al. (2014), estas condições estão relacionadas à alta incidência de radiação solar nesta região, tendo efeito também sobre a temperatura do solo e na evapotranspiração, afetando assim o crescimento e desenvolvimento das plantas.

De acordo com a classificação de Köppen, o Semiárido Brasileiro possui três tipos de clima: o BShw - semiárido, com curta estação chuvosa no verão e precipitações concentradas nos meses de dezembro e janeiro; o BShw' - semiárido, com curta estação chuvosa no verão-outono e maiores precipitações nos meses de março e abril e, o BShs' - semiárido, com curta estação chuvosa no outono-inverno e precipitações pluviais concentradas nos meses de maio e junho, apresentado dois períodos bem definidas, um chuvoso e outro seco, variando de quatro a seis meses e de seis a oito meses, respectivamente (PEREIRA FILHO; SILVA; CÉZAR, 2013; NASCIMENTO et al., 2013).

O Semiárido brasileiro é uma região que apresenta grande potencial pecuário, tendo em vista a diversidade de recursos naturais presentes em sua área. Contudo, a baixa produtividade dos rebanhos é, em parte, reflexo das carências nutricionais a que estão submetidos devido a sazonalidade na produção de alimentos, além do reduzido uso de tecnologias de convivência com as secas (LEITE et al., 2014).

A instabilidade climática é uma das grandes limitações às atividades agropecuárias no Nordeste (CAVALCANTE; CÂNDIDO, 2003), gerando a estacionalidade na produção de forragem. Entretanto, a pecuária do semiárido possui outros entraves, como a falta de recursos hídricos, genéticos dos animais, e a estrutura fundiária marcada pela predominância de propriedades de pequeno porte que possuem em torno de 1 a 20 ha, possivelmente pela alta densidade demográfica de aproximadamente 25 hab/km² (LIRA et al., 2005). Assim, custo e disponibilidade de forragem se tornam determinantes na composição da dieta dos animais. Segundo Rocha

(2012), os fatores determinantes para o incentivo ao cultivo de palma são a preocupação ambiental com a conservação da biodiversidade forrageira da Caatinga, ofertando alternativas de alimento para os animais; a lucratividade da atividade pecuária para garantir a segurança alimentar das populações que vivem em áreas marcadas pela instabilidade climática.

A palma é uma forrageira totalmente adaptada às condições edafoclimáticas da região, pertence ao grupo das crassuláceas, as quais apresentam metabolismo diferenciado conhecido por Metabolismo Acido das Crassuláceas (MAC), fazendo a abertura dos estômatos essencialmente à noite, quando a temperatura ambiente se apresenta reduzida, diminuindo as perdas de água por evapotranspiração (GALVÃO JÚNIOR et al., 2014). Este mecanismo permite que a planta reduza a perda de água para o ambiente durante a fase clara da fotossíntese, tornando-a mais eficiente no uso da água, principalmente quando comparadas às plantas com metabolismo fotossintético C3 e C4, comuns a leguminosas e gramíneas tropicais, respectivamente. A palma forrageira possui variedades adaptadas a diferentes condições de solo e clima, sendo as dos gêneros *Opuntia* e *Nopalea* as mais utilizadas pelos produtores (EPIFÂNIO, 2019).

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 (SILVA et al., 2014). A resistência a doenças é uma característica determinante na seleção de uma variedade de palma, pois, a partir do ano de 2000, um percentual considerável dos palmais tem sido infestado pela cochonilha do carmim, o que tem causado sérios prejuízos aos produtores do Sertão de Pernambuco (ALMEIDA et al., 2008).

A cochonilha do carmim é uma das diversas espécies do gênero *Dactylopius* que produzem o corante carmim. Essas espécies são criadas em cactáceas e podem se transformar em pragas se a cultura não for conduzida tecnicamente ou se forem disseminadas livremente nas plantas cultivadas (SAMPAIO, 2005). Ataques desta cochonilha em palma cultivada foram observados nos estados de Alagoas, Pernambuco, Paraíba, Rio Grande do Norte e Ceará (SANTOS et al., 2006). Dessa forma, a melhor alternativa de cultivo para a palma em regiões atacadas por esse inseto é o plantio de clones resistentes (VASCONCELOS et al., 2009).

Estudos têm sido realizados em busca de alternativas para aumentar a produção de massa seca da palma forrageira no semiárido brasileiro (SILVA et al., 2014). No geral a palma é uma cultura relativamente exigente quanto às características físico-

químicas do solo. Desde que sejam férteis, podem ser indicadas em áreas de textura arenosa à argilosa, sendo, porém mais frequentemente recomendados os solos argilo-arenosos (GALVÃO JÚNIOR et al., 2014).

Sales et al. 2013, verificaram acúmulo de água pela palma de $720 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$, 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, durante dez meses, considerando um consumo diário de 100 L por animal. A palma forrageira destaca-se como uma excelente reserva forrageira que contribui para a sustentabilidade da pecuária na região, segmento que, é atingido pela escassez de alimentos (OLIVEIRA et al., 2010).

O genótipo Orelha de Elefante Mexicana (*Opuntia stricta*) tem como vantagem a resistência à cochonilha-do-carmim e a menor exigência em fertilidade do solo (ALMEIDA et al., 2008), apresenta maior quantidade de espinhos, o que pode comprometer a aceitabilidade e dificultar seu manejo como planta forrageira (MARQUES et al., 2017), para facilitar o manejo e o fornecimento aos animais, a palma, após o corte, pode ser queimada para eliminação dos espinhos (FROTA et al., 2015).

A palma Miúda (*Nopalea cochenillifera*) é uma planta de porte pequeno e caule bastante ramificado. Possui raquetes menores, porém em maior número, pesando cerca de 350 g, com quase 25 cm de comprimento, forma acentuadamente obovada (ápice mais largo que a base) e coloração verde intenso brilhante. As flores são vermelhas e sua corola permanece meio fechada durante o ciclo. O fruto é uma baga de coloração roxa. Comparando com a *Opuntia*, é a mais nutritiva e apreciada pelo gado, porém apresenta menor resistência à seca (SILVA & SANTOS, 2007).

A Empresa Pernambucana de Pesquisa Agropecuária (IPA), por meio de melhoramento genético, obteve a var. IPA-Clone 20 (*Nopalea cochenillifera*), que está sendo difundida como superior à palma gigante. Em pesquisa conduzida na Embrapa Semiárido, a produção desta variedade no primeiro corte foi 24% superior à da palma gigante.

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^{-1} de MS de palma adubada em sequeiro,

evidenciando que o principal fator limitante à produtividade desta cactácea não é a chuva e sim a fertilidade do solo.

A cultura da palma forrageira apresenta baixo índice de área do cladódio, quando comparada ao índice de área foliar (IAF) das espécies leguminosas, o que resulta em uma menor taxa de acúmulo de biomassa (OLIVEIRA et al., 2007). Essa característica, no entanto, também depende do clone, que apresenta diferentes morfologias de emissão, tamanho, formato e distribuição dos cladódios (PINHEIRO et al., 2014). A relação entre as características morfológicas – como altura e largura da planta, índice de área do cladódio e comprimento do cladódio e o rendimento da planta representa um dado de grande importância para a compreensão da resposta da palma forrageira às condições do ambiente de cultivo (PINHEIRO et al., 2014). Diversos fatores são importantes para a determinação da interceptação luminosa, como hábito de crescimento da planta, ângulo foliar e disposição das folhas no dossel (FAGUNDES et al., 2001), os quais definirão o rendimento da cultura (MALDANER et al., 2009). Estudos demonstram que essa informação permite o acompanhamento do acúmulo de forragem e uma estimativa de sua qualidade, os quais podem ser melhorados com a adequação de práticas de manejo ao longo do ciclo da cultura (COSTA et al., 2012).

Por possuir uma vasta gama de produtos e subprodutos, a palma forrageira tem como destaque o uso na alimentação humana e animal, além de ser usada na medicina humana, na indústria de cosméticos e na produção de aditivos naturais. A palma representa uma alternativa de renda para os que habitam as regiões áridas e semiáridas em diferentes partes do mundo (SÁENZ, 2000; SÁENZ et al., 2004). O seu cultivo ganha cada vez mais importância em áreas onde há o avanço da desertificação, os quais o uso de tecnologias apropriadas e de culturas adequadas garante o desenvolvimento sustentável (INGLESE et al., 1995).

A sua importância, como reserva forrageira, é significativa na sustentabilidade da pecuária regional, segmento fortemente atingido pela escassez de alimentos (SILVA et al., 2014), por sua capacidade de suportar essas condições, contribui para a sustentabilidade da pecuária (OLIVEIRA et al., 2010).

As possibilidades que ocorra perdas de produção são elevadas podendo inviabilizando a pecuária bovina, caprina e ovina, com sérios prejuízos para o agronegócio pecuário daqueles estados, onde essas cactáceas são eficientes suportes alimentares para as suas cadeias produtivas (CHIACCHIO, 2006), onde, a palma forrageira que contém em média 90% de água representa, para o Semiárido, uma valiosa

contribuição no suprimento desse líquido para os animais (GALVÃO JÚNIOR et al., 2014).

A palma forrageira cultivada em maior parte no semiárido brasileiro pertence ao gênero *Nopalea* sp. e ao gênero *Opuntia* sp., os quais são os principais utilizados para alimentação animal (PINHEIRO et al., 2014). Por ser um alimento importante na atividade pecuária por suas adaptações às condições climáticas da região e possui a capacidade de alcançar produtividade de até 40 toneladas de matéria seca por hectare por colheita (SANTOS et al., 2006).

O fornecimento da palma misturada a outros alimentos como feno, silagem, restolho de sorgo, de milho, de feijão ou mesmo capim seco, bem como fontes de proteína, com o objetivo de aumentar o consumo de matéria seca e proteína pelo animal e corrigir as diarreias que podem advir quando fornecida isoladamente ou à vontade (GALVÃO JÚNIOR et al., 2014), essa estratégia alimentar de misturar a palma aos demais ingredientes da dieta tem como objetivo aumentar o consumo efetivo dos nutrientes (Souza et al., 2010). A palma forrageira pode participar em até 40 a 50% da matéria seca da dieta dos bovinos (GALVÃO JÚNIOR et al., 2014).

Em estudo com vacas holandesas em lactação, Sosa et al. (2005) concluíram que o fornecimento de palma e a silagem de sorgo misturados promovem maior tempo de ruminação e mastigação, o que melhora a absorção e a assimilação dos nutrientes. A palma forrageira mostra-se como uma alternativa alimentar para vacas leiteiras, atentando-se para que a mesma não seja fornecida como única fonte de volumoso, mas sim associada a outros ingredientes fibrosos, propiciando adequada relação de fibra na ração.

Resultados preliminares obtidos em Caruaru e Arcoverde, PE, com população de 40 mil plantas/ha, apresentaram produção de 320t MV/ha dois anos após o plantio. Com população de 20 mil plantas (1,0 x 0,5m), a produção foi de 240t MV/ha e, com 5 mil (2,0 x 1,0m), de 104t MV/ha, a cada dois anos (SANTOS et al., 2006). Resultados experimentais mostraram que a palma se beneficia, em termos de produtividade e longevidade, quando não se faz uma redução drástica da superfície fotossintetizante, ou seja, a coleta de artigos (SANTOS et al., 2006). Os sistemas de plantio nos espaçamentos 2,0 x 1,0 m e 3,0 x 1,0 x 0,5m permitem colheitas a cada quatro anos, com produções duas vezes superiores às colheitas a cada dois anos, quando são conservados apenas os artigos primários (FARIAS et al., 1989).

A palma forrageira é 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%). Portanto, recomenda-se sua associação a fontes proteicas e outros volumosos (ALVES et al., 2007; NEVES et al., 2010; WANDERLEY et al., 2002).

Tosto et al. (2007) mostraram valores estimados de energia para a palma forrageira de 61,84% de nutrientes digestíveis totais; 2,65; 2,23; 1,36 e 0,79 Mcal/kg de energia digestível, energia metabolizável, energia líquida de manutenção e de produção, respectivamente.

Estudo realizado por Ribeiro et al. (2010) evidenciou a diferença na composição de carboidratos de quatro variedades de *Opuntia ficus-indica* ('Copena F1', palma 'Gigante', 'Clone 20' e palma 'Redonda') em épocas distintas (seca e chuvosa) em cladódios jovens e velhos. O conteúdo de açúcares total em cladódios velhos na época seca foi de 21,58 a 29,04 g/mL e nas chuvas, de 15,32 a 24,11 g/mL. Em cladódios jovens, foi de 11,56 a 15,25 g/mL na seca e de 13,80 a 15,80 g/mL na temporada das chuvas. A quantidade de açúcar total encontrada nos cladódios velhos foi maior, quase o dobro da quantidade encontrada nos cladódios jovens em ambas as temporadas.

O uso de estratégias de manejo, como espécies adaptadas ao déficit hídrico e irrigação associada à cobertura morta do solo são essenciais para aperfeiçoar a produção e garantir a segurança alimentar dos animais (QUEIROZ et al., 2016). Um desses manejos é a cobertura morta. Segundo Lourenço et al. (2001, pag. 115), a cobertura morta consiste na utilização de restos vegetais para o recobrimento do solo, sendo mais comumente utilizados os restos vegetais de roçadas, restos de culturas comerciais, produtos de capineiras dentre outros. A cobertura morta contribui para a conservação da água, sendo mais importante nas zonas de precipitação pouco abundante ou mal distribuída (LOURENÇO e MEDRADO, 1998). Dessa forma, a presença de palhada na superfície do solo, promove diminuição na taxa de evapotranspiração das culturas, aumentando a eficiência do uso da água e consequentemente maiores produtividades, quando adicionada em quantidades adequadas (SILVA et al., 2012).

A cobertura do solo com restos de cultura é uma das mais eficientes práticas de controle da erosão. Ela protege o solo contra o impacto das gotas de chuva, evitando a desagregação das partículas (primeiro estágio da erosão) e diminuindo o escoamento superficial, mitigando o transporte das partículas desagregadas (segundo estágio da erosão). No caso da erosão eólica, a cobertura morta protege o solo contra a ação direta

dos ventos, impedindo o transporte das partículas (LOURENÇO e MEDRADO, 1998).

3. OBJETIVOS

3.1 Geral

Avaliar os efeitos da cobertura morta nas características de crescimento de clones de palma forrageira e sobre as propriedades físico-hídricas do solo.

3.2 Específicos

- ✓ Caracterizar os aspectos estruturais de clones de palma forrageira (*Opuntia stricta* e *Nopalea cochenillifera*) resistentes à cochonilha-do-carmim em função da cobertura morta no solo;
- ✓ Avaliar a influência da cobertura morta nos atributos físicos do solo cultivado com clones de palma (*O. stricta* e *N. cochenillifera*);
- ✓ Desenvolver modelos de simulação de crescimento dos clones de palma forrageira (*O. stricta* e *N. cochenillifera*) para o Sertão do Pajeú (Pernambuco) em função da cobertura morta no solo.

4. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento está sendo conduzido em condições de campo (sequeiro) na área experimental do Grupo de Estudos e Pesquisas em Forragicultura (GEFOR), localizada na Universidade Federal Rural de Pernambuco, Unidade Acadêmica de Serra Talhada, (UFRPE-UAST), Serra Talhada, PE (7°58'20" Sul; 38°17'32" Oeste e Altitude 499 m). Conforme a classificação de Köppen, o clima enquadra-se no tipo BSw^h, denominado semiárido, quente e seco, chuvas de verão-outono com pluviosidade média anual de 632 mm ano⁻¹ (Figura 2) e temperatura do ar média superior a 25 °C (Figura 1) (ALVARES et al., 2013; DUBREUIL et al., 2018).

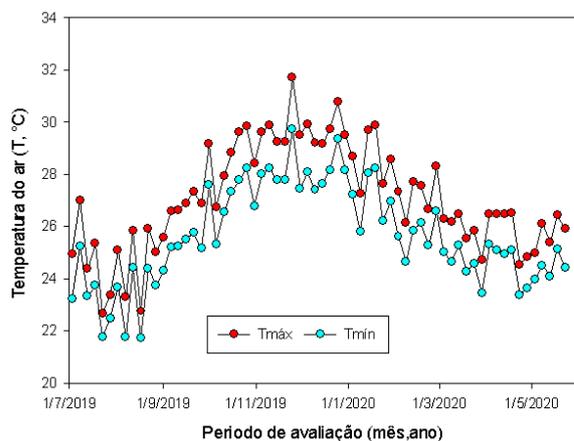


Figura 1. Temperatura do ar durante o período de junho de 2019 a maio de 2020. Fonte: INMET 2020.

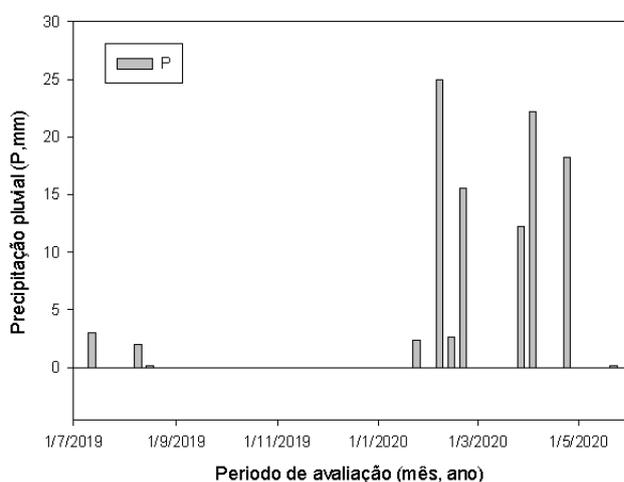


Figura 2. Variação da precipitação pluviométrica durante o período de junho de 2019 a maio de 2020. Fonte: INMET 2020.

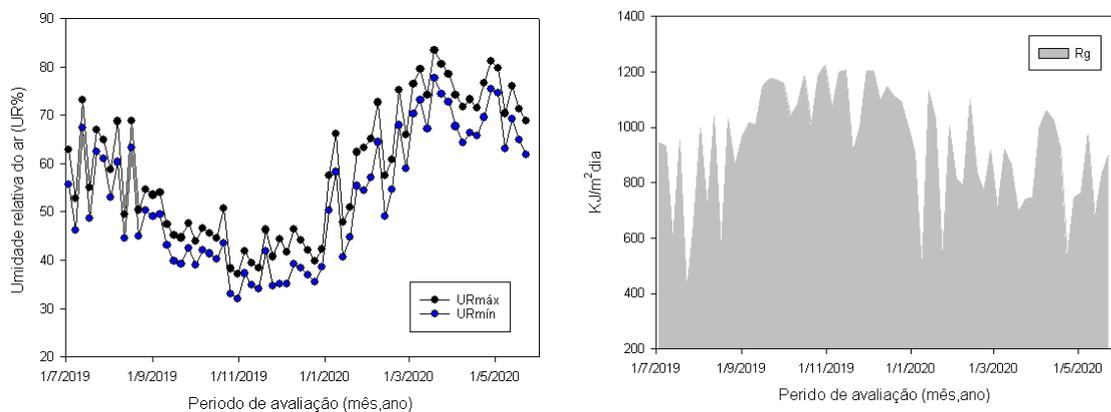


Figura 3. Umidade relativa do ar (A), radiação solar global (B), durante o período de junho de 2019 a maio de 2020. Fonte: INMET.



Foto 1: Área de realização do experimento.

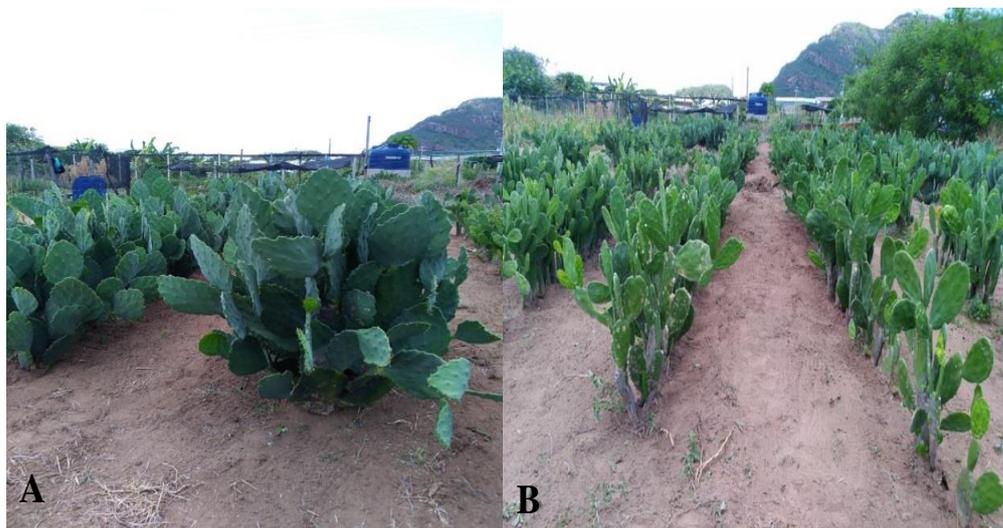


Foto 2: Clone Orelha de Elefante Mexicana (*Opuntia stricta*) (A), Clone Doce Miúda (*Nopalea cochenillifera*) (B).

Utilizou-se o delineamento em blocos casualizados (DBC) no esquema fatorial 3 x 3, com três clones de palma forrageira resistentes à cochonilha-do-carmim [Orelha de Elefante Mexicana (*Opuntia stricta*), Doce Miúda (*Nopalea cochenillifera* (L.) Salm-Dyck) e Doce Gigante (*Nopalea cochenillifera* (L.) Salm-Dyck)] este clone é também conhecido com palma IPA-Sertania e três sistemas de cultivo [sistema convencional com solo desnudo (sem cobertura morta), cobertura morta parcial do solo (0,30 m ao lado da linha de cultivo) com aproximadamente 3kg de cada lado das fileiras totalizando aproximadamente 6kg no total e cobertura morta total do solo com 6kg de cada lado

totalizando 12kg no total], com seis repetições. A reposição foi realizada sempre que necessário.

A limpeza e o preparo da área foi feito manualmente em fevereiro de 2017. Logo em seguida foi realizado o plantio dos cladódios de palma forrageira, em março de 2017.

A unidade experimental, com área de 25,2 m² (4,2 m x 6,0 m), é constituída de três fileiras de palma, no espaçamento entre linhas de 1,40 m (85.714 plantas ha⁻¹), cada parcela possui um total de 216 plantas e as subparcelas 72 plantas. Entre plantas foi adotado o sistema carta de baralho nesse sistema é feito um sulco e os cladódios são plantados em fila única onde uma planta sobrepõe a outra. O material utilizado como cobertura morta foi o pasto nativo com predominância de capim-corrente (*Urochloa mosambicensis* Hack. Daudy), oriundo da UFRPE-UAST. Estão sendo avaliados mensalmente, em seis plantas por parcela, parâmetros estruturais no cladódio e na planta dos clones de palma forrageira: altura de planta (da superfície do solo à extremidade superior do cladódio mais alto), largura de planta (obtida pela medição dos pontos mais distantes entre as extremidades da planta), número de cladódios total e por ordem (contagem), comprimento (da base ao ápice do cladódio), largura (ponto mais largo entre uma lateral e outra do cladódio) e espessura (distância entre as faces opostas de maior área superficial do cladódio) de cladódio por ordem, de acordo com metodologias estabelecidas na literatura (CAVALCANTE et al., 2017; PEREIRA et al., 2018; LEITE et al., 2020). As medições foram realizadas com o auxílio de uma trena, paquímetro digital e régua.



Foto 3: Avaliação do Clone Doce Miúda (*Nopalea cochenillifera*).

O solo da área experimental foi classificado como sendo do tipo Cambissolo Háplico Ta Eutrófico típico, conforme metodologia da EMBRAPA (2013). Foram coletadas na área, antes da implantação do experimento, amostras em duas profundidades do solo (0-20; 20-40), com o objetivo de determinar os atributos químicos, textura do solo, porosidade e densidade aparente. Em seguida, as amostras foram acondicionadas em sacos plásticos, identificadas e conduzidas ao laboratório do Instituto Agrônomo de Pernambuco – IPA, onde foram analisadas.

As amostras de solo deformadas foram peneiradas em malha de 2,0 mm para determinação da composição granulométrica pelo método da pipeta, utilizando uma solução de NaOH 0,1 N como dispersante químico e agitação mecânica em aparato de alta rotação por 15 minutos, seguindo metodologia proposta pela EMBRAPA (1997). A fração argila foi separada por sedimentação, as areias grossa e fina por tamisação e o silte calculado por diferença.

O solo da área experimental apresentou nos primeiros 20 cm, as seguintes características químicas: pH (água) = 6,80; P (Mehlich) = 40,0 mg dm⁻³; K⁺ = 0,45 cmol_c dm⁻³; Na⁺ = 0,6 cmol_c dm⁻³; Ca²⁺ = 5,30 cmol_c dm⁻³; Mg²⁺ = 1,10 cmol_c dm⁻³; H + Al = 1,23 cmol_c dm⁻³; S = 6,91 cmol_c dm⁻³; CTC = 8,14 cmol_c dm⁻³; V% = 84,89%; matéria orgânica = 7,93 g kg⁻¹; areia = 828,6 g kg⁻¹; silte = 148,25 g kg⁻¹; argila = 23,15 g kg⁻¹ e densidade do solo de 1,45 g dm⁻³.

Para determinação da densidade do solo, macro, microporosidade e porosidade total foram coletadas amostras em anéis cilíndricos de aço inox com volume de 50 cm³, segundo Blake & Hartage (1986), nas profundidades de 0-20 cm e 20-40 cm. As amostras foram saturadas por meio da elevação gradual de uma lâmina de água até atingir cerca de 2/3 da altura do anel. A porosidade total (Pt) foi obtida pela diferença entre a massa do solo saturado e a massa do solo seco em estufa a 105 °C durante 24 h (EMBRAPA, 1997). A microporosidade do solo foi determinada pelo método da mesa de tensão, segundo metodologia da EMBRAPA (1997). Pela diferença entre a porosidade total e a microporosidade foi obtida a macroporosidade. A densidade do solo (Ds) foi calculada pela relação entre a massa seca a 105 °C durante 24 h da amostra de solo do cilindro volumétrico e o volume do mesmo cilindro (EMBRAPA, 1997).

Para avaliar as propriedades físico-hídricas do solo foram mensuradas a densidade do solo, sorvidade, porosidade e a resistência do solo à penetração. A resistência do solo à penetração (RP) foi determinada através da metodologia de Stolf et

al. (2005) com um penetrômetro de impacto modelo IAA/Planalsucar-Stolf. O número de impactos foi transformado em resistência dinâmica por meio da equação proposta por Stolf (1991): $RP \text{ (kgf cm}^{-2}\text{)} = 5,6 + 6,89N$ ($N = \text{número de impactos}/10\text{cm}$) e então convertido para MPa. Foram analisados os valores de RP para camadas com intervalos de 20 cm de espessura. Os testes de RP foram realizados a uma profundidade de até 60 cm, no início do ensaio e repetidos anualmente. Esses testes foram realizados próximo ao centro das parcelas experimentais. Devido à influência da umidade nas determinações da RP, foram realizadas as medidas em todos os pontos no mesmo dia para garantir as mesmas condições de umidade do solo.

Foram realizados, também, testes de infiltração utilizando um cilindro de 15 cm de diâmetro (LASSABATÈRE et al., 2006). Durante cada avaliação foram coletadas amostras indeformadas para determinação de massa específica do solo e da umidade inicial e final.

Os dados coletados foram submetidos a teste de normalidade (Shapiro-wilk), homocedasticidade (Cochran), a análise de variância (Teste F), teste de Tukey para comparação de médias e análise de regressão. Foi adotado o nível de 5% de probabilidade para rejeição da hipótese de nulidade, por meio do software R – Project versão 2.13.1.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As tabelas 1 a 12, a seguir, apresentam as principais características estruturais dos clones de palma forrageira na avaliação realizada aos 360 dias após o corte (28/05/2020): altura e largura de planta, número de cladódios total e por ordem (primários, secundários, terciários), comprimento de cladódios por ordem, largura de cladódios por ordem e espessura de cladódios por ordem (primários, secundários, terciários).

De acordo com o teste F, os valores de altura de planta de palma forrageira são similares entre os clones e entre os fatores com cobertura morta no solo (Tabela 1). Silva et al. (2015,pag. 12) verificam diferença entre os clones de 80,56 e 69,44 para a altura de planta, sendo a Orelha de Elefante Mexicana juntamente com a IPA Sertânia aqueles com maiores magnitudes respectivamente, valores este abaixo dos encontrados no presente estudo dentre todos os fatores de cobertura morta utilizado. O valor para o clone Doce Miúda apresentado por Silva et al. (2015,pag. 13) de 68,11, o qual se apresenta menor que os encontrados no presente trabalho.

Tabela 1. Altura de planta (cm) de clones de palma forrageira *Opuntia stricta*¹ e *Nopalea cochenillifera*², em função da cobertura morta aos 360 dias após o corte

Clones	Cobertura morta do solo			p-valor*
	Ausência	Parcial	Total	
Doce Miúda	90,33±8,95	101,83±16,45	102,80±9,57	NS
Doce Gigante	100,75±8,92	94,40±16,56	101,33±11,60	NS
Orelha de Elefante Mexicana	92,3±15,6	116,8±21,2	105,3±20,3	NS
p-valor*	NS	NS	NS	

* p-valor da análise de variância para tratamentos. NS=não significativo.

¹ *Opuntia stricta* = Orelha de Elefante Mexicana

² *Nopalea cochenillifera* = Doce Miúda, Doce Gigante

Analisando a largura de planta de palma forrageira (*Nopalea cochenillifera* e *Opuntia stricta*) verifica-se superioridade ($P < 0,05$) do clone Doce Miúda em relação ao clone Doce Gigante, independentemente da cobertura morta no solo, já para a Orelha de Elefante Mexicana não houve diferença significativa entre ambos os clones de palma forrageira (Tabela 2). Isto ocorre devido ao clone Doce Miúda apresentar uma característica genética intrínseca de maior número de cladódios (Tabela 3) e crescimento vertical e horizontal simultâneo, contribuindo para o aumento da largura da planta. Por sua vez, o clone Doce Gigante apresenta menor número de cladódios e crescimento predominantemente vertical. A Orelha de Elefante Mexicana apresentou crescimento tanto vertical quanto horizontal e um número relevante de cladódios quando comparado com os demais clones. A associação dessas duas características, maior número de cladódios e horizontalidade moderada de crescimento, promove maior largura de planta no clone Doce Miúda em comparação aos outros clones estudados.

Tabela 2. Largura de planta (cm) de clones de palma forrageira *Opuntia stricta*¹ e *Nopalea cochenillifera*², em função da cobertura morta aos 360 dias após o corte

Clones	Cobertura morta do solo			p-valor*
	Ausência	Parcial	Total	
Doce Miúda	100,33±21,78A	128,17±41,33A	108,20±28,97A	NS
Doce Gigante	81,00±14,31B	73,00±40,6B	87,83±23,15B	NS
Orelha de Elefante Mexicana	81,8±35,0AB	103,8±21,8AB	89,8±22,4B	NS
p-valor*	<0,0001	<0,0001	<0,0001	

* p-valor da análise de variância para tratamentos. NS=não significativo. Médias seguidas de letras diferentes, maiúsculas na coluna, diferem entre si (P<0,05) pelo teste de Tukey.

¹ *Opuntia stricta* = Orelha de Elefante Mexicana

² *Nopalea cochenillifera* = Doce Miúda, Doce Gigante

Analisando o número de cladódios totais de palma forrageira verifica-se superioridade (P<0,05) do clone Doce Miúda em relação aos clones Doce Gigante e Orelha de Elefante Mexicana, independentemente da cobertura morta no solo (Tabela 3).

Tabela 3. Número de cladódios totais de clones de palma forrageira *Opuntia stricta*¹ e *Nopalea cochenillifera*², em função da cobertura morta aos 360 dias após o corte

Clones	Cobertura morta do solo			p-valor*
	Ausência	Parcial	Total	
Doce Miúda	34,50±18,03A	64,67±30,59A	47,80±22,54A	NS
Doce Gigante	13,75±3,50B	11,40±4,45B	17,00±7,82B	NS
Orelha de Elefante Mexicana	19,3±9,3B	24,0±10,1AB	19,1±9,5B	NS
p-valor*	<0,0001	<0,0001	<0,0001	

* p-valor da análise de variância para tratamentos. NS=não significativo. Médias seguidas de letras diferentes, maiúsculas na coluna, diferem entre si (P<0,05) pelo teste de Tukey.

¹ *Opuntia stricta* = Orelha de Elefante Mexicana

² *Nopalea cochenillifera* = Doce Miúda, Doce Gigante

Silva et al. (2014,pag. 2068) encontraram valores variando de 62,3 a 45,2 cladódios totais no clone Doce Miúda, similares aos encontrados para o mesmo clone no presente trabalho. Cunha et al. (2012,pag. 1160) em trabalho com adubação nitrogenada em clones de palma Doce Miúda, observaram efeito linear e positivo (P<0,10) no número de cladódios, com valores que variavam de 27,75 a 36,08 cladódios, para ausência de adubação e para a dose de 300kg/ha de N, respectivamente, valores similares do presente trabalho de 34,5 e 47,8 nos fatores com ausência de cobertura morta e cobertura morta total respectivamente.

Analisando o comprimento de cladódio primário de palma forrageira verifica-se superioridade (P<0,05) dos clones Orelha de Elefante Mexicano e Doce Gigante em relação ao clone Doce Miúda dentro de todos os fatores utilizados (Tabela 4). Os clones Orelha de Elefante Mexicana e Doce Gigante demonstram maior comprimento de cladódios primário nos fatores de ausência de cobertura morta e cobertura morta total (Tabela 4), comportamento não observado na Doce Miúda que apresentou comprimento

de cladódio primário superior somente no fator com cobertura morta total (Tabela 4).

Tabela 4. Comprimento de cladódio primário de clones de palma forrageira *Opuntia stricta*¹ e *Nopalea cochenillifera*², em função da cobertura morta aos 360 dias após o corte

Clones	Cobertura morta do solo			p-valor*
	Ausência	Parcial	Total	
Doce Miúda	21,33±5,50Bb	23,67±2,50Bb	26,00±2,55Ba	<0,0001
Doce Gigante	32,75±3,95Aa	27,80±2,17Ab	35,50±8,96Aa	<0,0001
Orelha de Elefante Mexicana	33,1±6,3Aa	33,0±3,7Ab	36,0±6,1Aa	<0,0001
p-valor*	<0,0001	<0,0001	<0,0001	

* p-valor da análise de variância para tratamentos. NS=não significativo. Médias seguidas de letras diferentes, minúsculas na linha e maiúsculas na coluna, diferem entre si (P<0,05) pelo teste de Tukey.

¹ *Opuntia stricta* = Orelha de Elefante Mexicana

² *Nopalea cochenillifera* = Doce Miúda, Doce Gigante

Dentre os fatores todos os clones apresentarem melhor desempenho dentro do fator com cobertura morta total porem os clones Orelha de Elefante Mexicana e Doce gigante apresentam-se com o melhor desempenho dentro deste fator. O clone Doce Miúda não apresenta diferença estatística entre os fatores sem cobertura morta e cobertura morta parcial, e apresenta-se inferior, aos demais clones avaliados. Para os fatores sem cobertura morta e cobertura morta total os clones Doce Gigante e Orelha de Elefante Mexicana não apresentaram diferença estatística entre si em ambos os fatores.

Silva et al. (2014,pag. 2066) verificaram que o comprimento médio dos cladódios variou de de 22,1cm a 19,3cm na palma Doce Miúda, da menor para a maior densidade de plantio.

Já para o clone Orelha de Elefante Mexicana o comprimento de cladódio encontrado por Donato et al. (2014,pag. 155), foi de 30,99 cm os valores médios encontrados pelos autores, são inferiores, ao demonstrado na tabela 4. De modo que os mesmos diferem possivelmente, pelo tipo de genótipo utilizado entre os estudos, além disso, os autores citados apresentaram os valores anteriores, para plantas aos 600 dias após o plantio.

Analisando a largura de cladódio primário de palma forrageira verifica-se superioridade (P<0,05) do clone Orelha de Elefante em relação ao clone Doce Miúda, independentemente da cobertura morta no solo, e não apresentando diferença

significativa quando comparado com o clone Doce Gigante (Tabela 5). Os valores de largura de cladódio primário são similares entre os tratamentos com e sem cobertura morta no solo para todos os clones (Tabela 5).

Silva et al. (2015, pag. 10), explicaram que os clones Orelha de elefante Mexicana e Doce Gigante apresenta maiores larguras de cladódio até a segunda ordem, quando comparados com a Doce Miúda.

Tabela 5. Largura de cladódio primário (cm) de clones de palma forrageira *Opuntia stricta*¹ e *Nopalea cochenillifera*², em função da cobertura morta aos 360 dias após o corte

Clones	Cobertura morta do solo			p-valor*
	Ausência	Parcial	Total	
Doce Miúda	7,5±0,84B	8,17±0,75B	9,20±2,95B	NS
Doce Gigante	16,00±2,31AB	15,80±1,30AB	13,83±2,32AB	NS
Orelha de Elefante Mexicana	20,8±2,6A	23,7±3,7A	27,5±4,8A	<0,0001
p-valor*	<0,0001	<0,0001	<0,0001	

* p-valor da análise de variância para tratamentos. NS=não significativo. Médias seguidas de letras diferentes, maiúsculas na coluna, diferem entre si (P<0,05) pelo teste de Tukey.

¹ *Opuntia stricta* = Orelha de Elefante Mexicana

² *Nopalea cochenillifera* = Doce Miúda, Doce Gigante

De acordo com o teste F, os valores de espessura de cladódio primário de palma forrageira são similares entre os clones e entre os tratamentos com cobertura morta no solo (Tabela 6).

Tabela 6. Espessura de cladódio primário (cm) de clones de palma forrageira *Opuntia stricta*¹ e *Nopalea cochenillifera*², em função da cobertura morta aos 360 dias após o corte

Clones	Cobertura morta do solo			p-valor*
	Ausência	Parcial	Total	
Doce Miúda	6,76±5,76	4,36±1,28	5,35±0,65	NS
Doce Gigante	4,70±1,52	4,21±0,83	4,5±0,91	NS
Orelha de Elefante Mexicana	3,3±0,6	3,9±0,7	3,7±1,7	NS
p-valor*	NS	NS	NS	

* p-valor da análise de variância para tratamentos. NS=não significativo.

¹ *Opuntia stricta* = Orelha de Elefante Mexicana

² *Nopalea cochenillifera* = Doce Miúda, Doce Gigante

Analisando o comprimento de cladódio secundário de palma forrageira verifica-se superioridade ($P < 0,05$) dos clones Orelha de Elefante Mexicana e Doce Gigante em relação ao clone Doce Miúda, nos fatores de cobertura morta parcial e cobertura morta total no solo (Tabela 7). O clone Orelha de Elefante Mexicana não apresentou diferença estatística dos demais clones no fator com ausência cobertura morta (Tabela 7).

Tabela 7. Comprimento de cladódio secundário (cm) de clones de palma forrageira *Opuntia stricta*¹ e *Nopalea cochenillifera*², em função da cobertura morta aos 360 dias após o corte

Clones	Cobertura morta do solo			p-valor*
	Ausência	Parcial	Total	
Doce Miúda	20,67±4,08B	21,83±3,12B	24,40±4,77B	NS
Doce Gigante	30,00±1,41A	33,20±6,06A	31,67±3,26A	NS
Orelha de Elefante Mexicana	27,6±13,1AB	32,8±3,5A	32,3±7,1A	NS
p-valor*	<0,0001	<0,0001	<0,0001	

* p-valor da análise de variância para tratamentos. NS=não significativo. Médias seguidas de letras diferentes, maiúsculas na coluna, diferem entre si ($P < 0,05$) pelo teste de Tukey.

¹ *Opuntia stricta* = Orelha de Elefante Mexicana

² *Nopalea cochenillifera* = Doce Miúda, Doce Gigante

Analisando a largura de cladódio secundário de palma forrageira (*N. Cochenillifera* e *Opuntia stricta*) verifica-se superioridade ($P < 0,05$) do clone Orelha de Elefante Mexicana e Doce Gigante em relação ao clone Doce Miúda, independentemente da cobertura morta no solo. Os valores de largura de cladódio secundário são similares entre os fatores com e sem cobertura morta no solo (Tabela 8).

Tabela 8. Largura de cladódio secundário (cm) de clones de palma forrageira *Opuntia stricta*¹ e *Nopalea cochenillifera*², em função da cobertura morta aos 360 dias após o corte

Clones	Cobertura morta do solo			p-valor*
	Ausência	Parcial	Total	
Doce Miúda	8,67±1,86B	8,67±0,82B	7,80±1,1B	NS

Doce Gigante	15,25±0,50A	16,40±2,97A	14,33±2,66A	NS
Orelha de Elefante Mexicana	18,8±5,5A	18,0±1,2A	17,7±3,6A	NS
p-valor*	<0,0001	<0,0001	<0,0001	

* p-valor da análise de variância para tratamentos. NS=não significativo. Médias seguidas de letras diferentes, maiúsculas na coluna, diferem entre si ($P<0,05$) pelo teste de Tukey.

¹ *Opuntia stricta* = Orelha de Elefante Mexicana

² *Nopalea cochenillifera* = Doce Miúda, Doce Gigante

De acordo com o teste F, os valores de espessura de cladódio secundário de palma forrageira (*N. Cochenillifera* e *Opuntia stricta*) são similares entre os clones e entre os tratamentos com cobertura morta no solo (Tabela 9).

Tabela 9. Espessura de cladódio secundário (cm) de clones de palma forrageira *Opuntia stricta*¹ e *Nopalea cochenillifera*², em função da cobertura morta aos 360 dias após o corte

Clones	Cobertura morta do solo			p-valor*
	Ausência	Parcial	Total	
Doce Miúda	2,59±0,96	3,00±1,49	2,59±1,25	NS
Doce Gigante	2,84±1,03	3,18±0,52	2,62±0,90	NS
Orelha de Elefante Mexicana	3,4±0,4	4,3±0,5	1,6±0,2	NS
p-valor*	NS	NS	NS	

* p-valor da análise de variância para tratamentos. NS=não significativo.

¹ *Opuntia stricta* = Orelha de Elefante Mexicana

² *Nopalea cochenillifera* = Doce Miúda, Doce Gigante

Analisando o comprimento de cladódio terciário de palma forrageira (*N. Cochenillifera* e *Opuntia stricta*) verifica-se superioridade ($P<0,05$) do clone Doce Gigante em relação aos demais clones, independentemente da cobertura morta no solo. Não houve efeito do uso de cobertura morta para comprimento de cladódio terciário dentro dos tratamentos (Tabela 10).

Tabela 10. Comprimento de cladódio terciário (cm) de clones de palma forrageira *Opuntia stricta*¹ e *Nopalea cochenillifera*², em função da cobertura morta aos 360 dias após o corte

Clones	Cobertura morta do solo	p-valor*
--------	-------------------------	----------

	Ausência	Parcial	Total	
Doce Miúda	22,67±1,03AB	23,00±3,29B	20,80±3,11B	NS
Doce Gigante	27,00±2,94A	32,00±6,24A	30,50±5,45A	NS
Orelha de Elefante Mexicana	22,0±2,6B	30,0±2,8AB	28,9±3,9AB	NS
p-valor*	<0,0001	<0,0001	<0,0001	

* p-valor da análise de variância para tratamentos. NS=não significativo. Médias seguidas de letras diferentes, maiúsculas na coluna, diferem entre si (P<0,05) pelo teste de Tukey.

¹ *Opuntia stricta* = Orelha de Elefante Mexicana

² *Nopalea cochenillifera* = Doce Miúda, Doce Gigante

Analisando a largura de cladódio terciário de palma forrageira (*N. Cochenillifera* e *Opuntia stricta*) verifica-se superioridade (P<0,05) dos clones Doce Gigante e Orelha de Elefante Mexicana em relação ao clone Doce Miúda, independentemente da cobertura morta no solo (Tabela 11). Os valores de largura de cladódio terciário são similares entre os fatores com e sem cobertura morta no solo (Tabela 11).

Tabela 11. Largura de cladódio terciário (cm) de clones de palma forrageira *Opuntia stricta*¹ e *Nopalea cochenillifera*², em função da cobertura morta aos 360 dias após o corte

Clones	Cobertura morta do solo			p-valor*
	Ausência	Parcial	Total	
Doce Miúda	8,83±0,98B	9,17±1,60B	8,60±1,52B	NS
Doce Gigante	14,50±1,73A	19,00±3,61A	15,00±2,45A	NS
Orelha de Elefante Mexicana	17,3±2,3A	23,5±4,8A	22,0±1,6A	NS
p-valor*	<0,0001	<0,0001	<0,0001	

* p-valor da análise de variância para tratamentos. NS=não significativo. Médias seguidas de letras diferentes, maiúsculas na coluna, diferem entre si (P<0,05) pelo teste de Tukey.

¹ *Opuntia stricta* = Orelha de Elefante Mexicana

² *Nopalea cochenillifera* = Doce Miúda, Doce Gigante

De acordo com o teste F, os valores de espessura de cladódio terciário de palma forrageira são similares entre os clones e entre os tratamentos com cobertura morta no solo (Tabela 12).

Tabela 12. Espessura de cladódio terciário (cm) de clones de palma forrageira *Opuntia stricta*¹ e *Nopalea cochenillifera*², em função da cobertura morta aos 360 dias após o corte

Clones	Cobertura morta do solo	p-
--------	-------------------------	----

	Ausência	Parcial	Total	valor*
Doce Miúda	4,43±6,36	3,33±2,87	1,75±0,31	NS
Doce Gigante	2,07±0,51	2,30±0,30	2,30±0,72	NS
Orelha de Elefante Mexicana	1,5±0,2	1,7±0,1	1,6±0,5	NS
p-valor*	NS	NS	NS	

* p-valor da análise de variância para tratamentos. NS=não significativo.

¹ *Opuntia stricta* = Orelha de Elefante Mexicana

² *Nopalea cochenillifera* = Doce Miúda, Doce Gigante

A resistência do solo à penetração apresentou diferença significativa em função dos clones de palma, onde o clone Doce Gigante apresentou menor resistência quando comparado com o clone Orelha de Elefante Mexicana, verificou-se menor resistência do solo com o uso de cobertura morta total (Tabela 13).

A cobertura morta total do solo promoveu redução da resistência do solo à penetração em comparação com a ausência de cobertura morta. A resistência do solo à penetração é uma variável importante para compreender o nível de compactação do solo. A menor resistência do solo à penetração indica menor compactação do solo.

Tabela 13. Resistência do solo à penetração (Mpa) em cultivos com clones de palma forrageira *Nopalea cochenillifera*, em função da cobertura morta aos 360 dias após o corte

Clones	Resistência do solo à penetração
Doce Miúda	8,20ab
Doce Gigante	9,03a
Orelha de Elefante Mexicana	5,66b
p-valor*	0.0399
Cobertura morta do solo	Resistência do solo à penetração
Ausência	8,00AB
Parcial	9,23A
Total	5,66B
p-valor*	0,0336

* p-valor. Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de tukey a 5%. NS=não significativo.

Modificações na estrutura do solo propiciam mudanças na arquitetura do espaço poroso para a aeração, o armazenamento de água e desenvolvimento radicular, além de interferir na resistência do solo à penetração das raízes (MOREIRA et al., 2014).

A maior compactação do solo pode ocasionar redução do desenvolvimento radicular. Isso ocorre porque as raízes ficam impedidas de penetrar nas camadas compactadas para absorver água e nutrientes (MOREIRA et al., 2014).

A água em ambientes semiáridos é um recurso limitado, por isso, a utilização da cobertura morta deverá ser mais adotada em cultivos de espécies forrageiras, principalmente, em ambientes com precipitação pluvial reduzida ou irregular como nas regiões semiáridas.

Não houve efeito dos tratamentos para a umidade do solo (Tabela 14). A cobertura morta não exerceu efeito na umidade do solo nessa avaliação, provavelmente o período experimental avaliado não foi suficiente para detectar a variação no conteúdo de água no solo.

Tabela 14. Umidade do solo (g/g) em cultivos com clones de palma forrageira *Nopalea cochenillifera*, em função da cobertura morta aos 360 dias após o corte

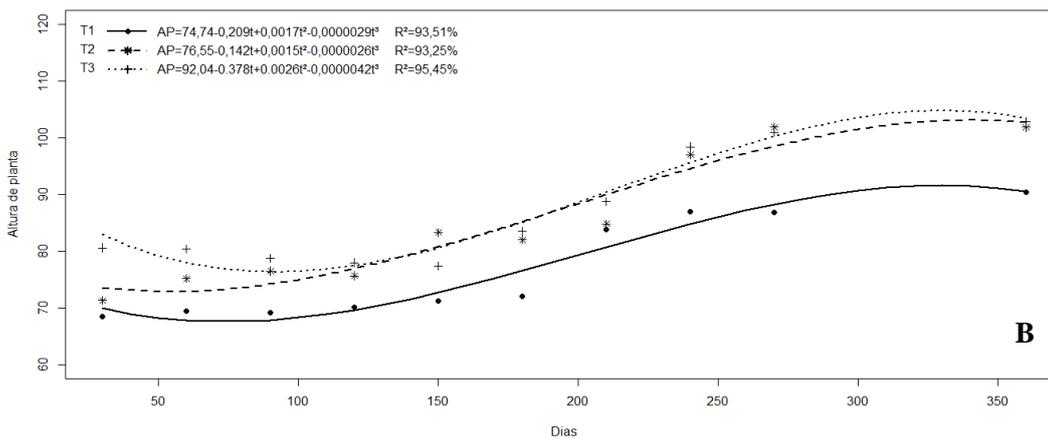
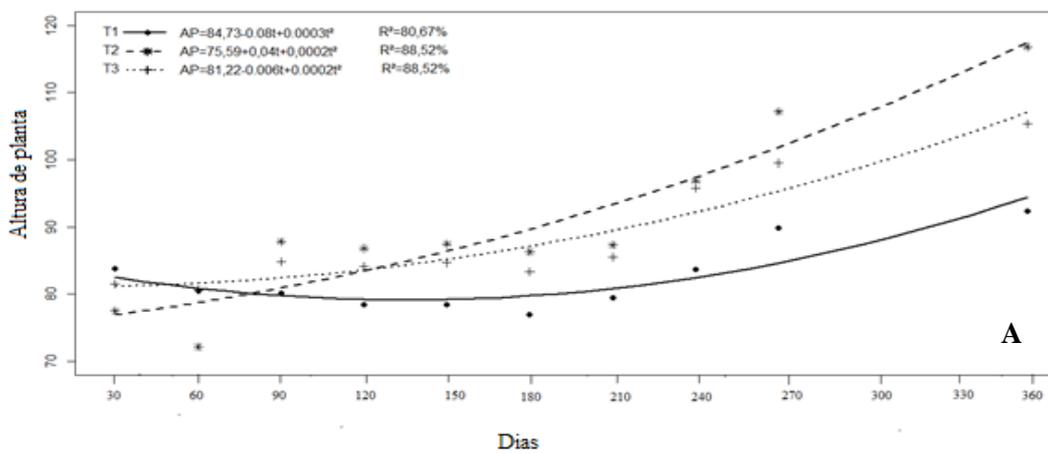
Clones	Umidade do solo
Doce Miúda	0,0657
Doce Gigante	0,0659
Orelha de Elefante Mexicana	0,0657
p-valor*	NS
Cobertura morta do solo	Umidade do solo
Ausência	0,0688
Parcial	0,0585
Total	0,0710
p-valor*	NS

NS=não significativo.

Assim, as diferenças na resistência do solo à penetração devem estar associadas com a utilização da cobertura morta no solo, com provável redução da força de coesão entre as partículas do solo, com benefícios diretos para o crescimento das raízes finas e flexíveis da palma.

Não foi possível realizar avaliação na área aos 300 e 330 DAC, em função da pandemia da COVID 19 e paralisação das atividades presenciais na UFRPE-UAST.

Com a realização da análise de regressão foi possível observar a evolução do crescimento dos clones de palma forrageira, em função da cobertura morta. As figuras a seguir, apresentam a evolução das principais características estruturais dos três clones de palma forrageira avaliados ao longo do período experimental: altura de planta (Figura 4), largura de planta (Figura 5) e número de cladódios total (Figura 6), em função da cobertura morta.



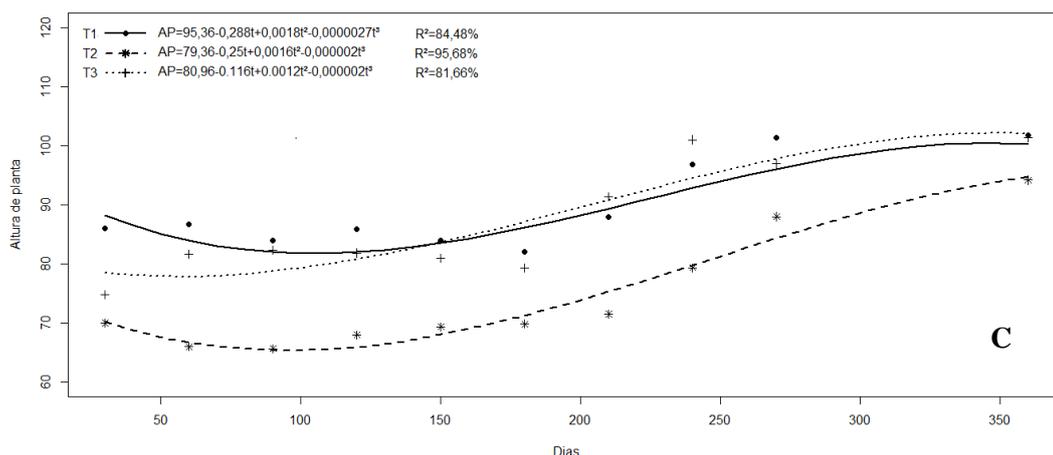


Figura 4. Evolução da altura de planta (AP, cm) de palma forrageira (*Opuntia stricta*) clone Orelha de Elefante Mexicana (A), (*Nopalea cochenillifera*) clone Doce Gigante (B) e clone Doce Miúda (C) em função da cobertura morta: T1 - sem cobertura morta; T2 - com cobertura morta parcial; T3 - com cobertura morta total.

Nota-se que o menor desempenho das plantas foi obtido na ausência de cobertura morta. Além disso, observa-se que na ausência de cobertura morta as plantas apresentam uma redução na altura, principalmente dos 120 aos 180 dias, onde o aporte hídrico no solo por meio das chuvas foi nulo, portanto quando se considera que a palma apresenta elevado teor de umidade em sua composição, uma redução na disponibilidade hídrica, resulta em um emurchecimento dos cladódios, o que implica em reduções na altura da planta.

Souza et al. (2015, pag. 67), em estudos com palma Doce Miúda em diferentes níveis de densidade constataram que o aumento na densidade de plantas causou redução quadrática na altura de plantas. Na testemunha a altura média das plantas foi 72,1 cm e atingiu a altura mínima de 57,88 cm com a densidade de 65.560 plantas ha⁻¹, valores abaixo dos encontrados na presente pesquisa.

Verifica-se comportamento quadrático para a largura de planta (Figura 2). A partir de 120 DAC para os clones Orelha de Elefante Mexicana (*Opuntia stricta*) e clone Doce Miúda (*Nopalea cochenillifera*). O clone Doce Gigante (*Nopalea cochenillifera*) apresenta comportamento diferente dos demais a largura de planta deste clone e de forma linear.

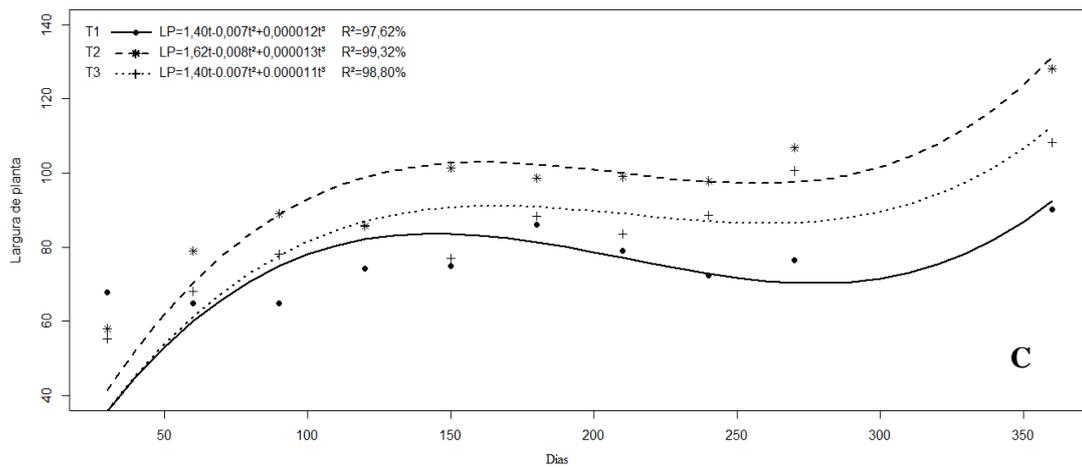
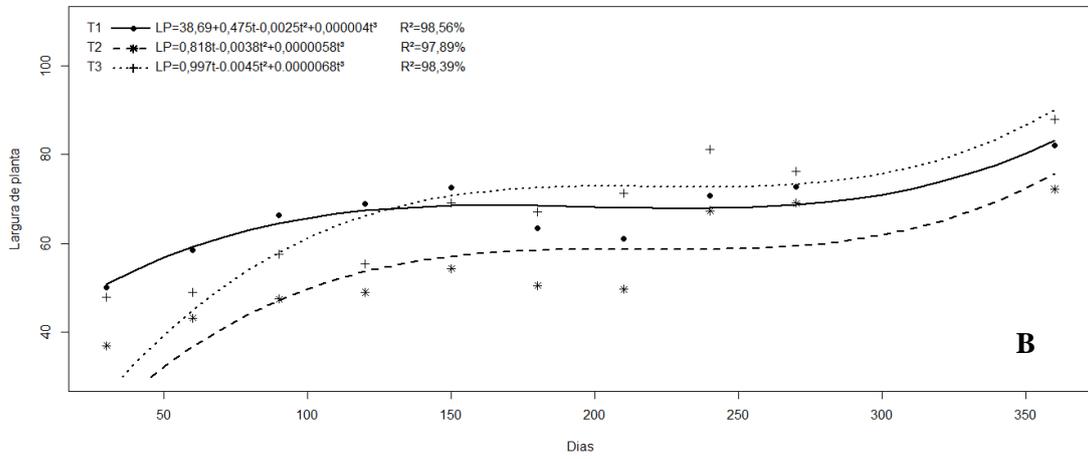
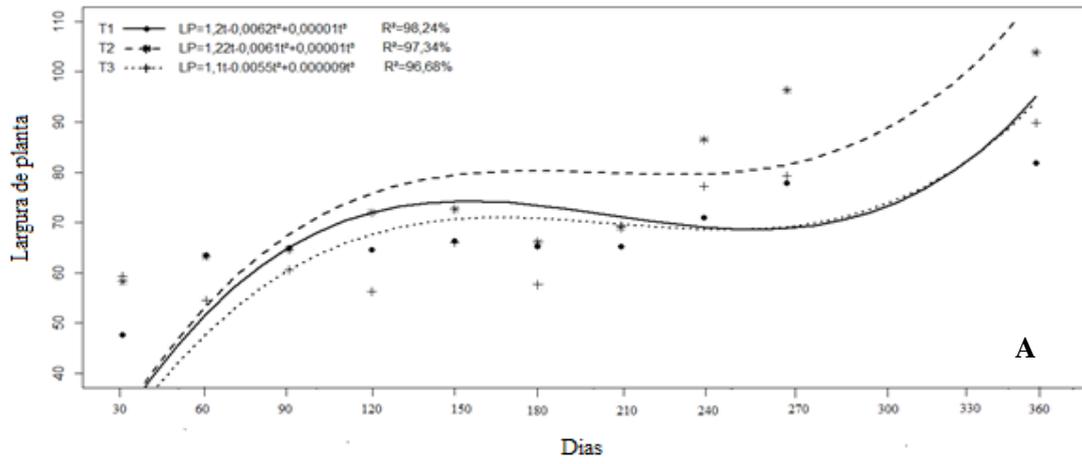
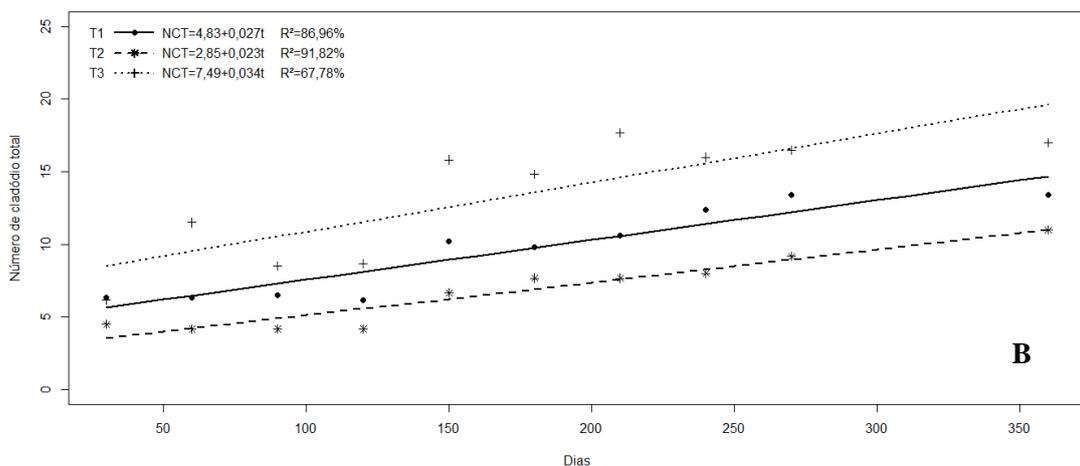
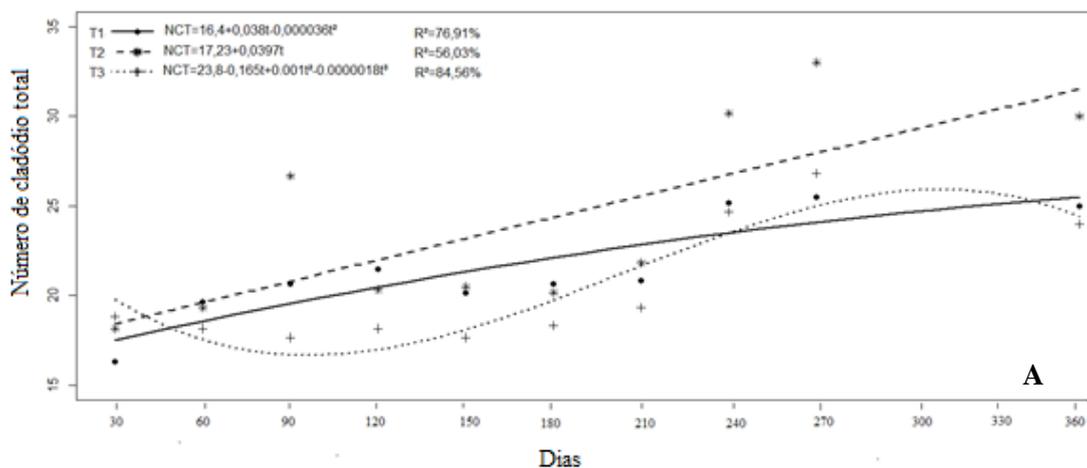


Figura 5. Evolução da largura de planta (LP, cm) de palma forrageira (*Opuntia stricta*) clone Orelha de Elefante Mexicana (A), (*Nopalea cochenillifera*) clone Doce Gigante (B) e clone Doce Miúda (C) em função da cobertura morta: T1 - sem cobertura morta; T2 – com cobertura morta parcial; T3 - com cobertura morta total.

Para número de cladódios totais, o clone Doce Gigante apresentou crescimento linear em todos os tratamentos (Figura 3). Mesmo comportamento foi observado na cobertura morta parcial no clone Orelha de Elefante Mexicana, e para o tratamento com ausência de cobertura morta para os clones Doce Miúda e Orelha de Elefante mexicana. A utilização da cobertura morta, independentemente de parcial ou total, promoveu uma resposta quadrática no aumento do número total de cladódios no clone Doce Miúda. A Orelha de Elefante Mexicana apresentou crescimento quadrático no tratamento com cobertura morta total aos 150 DAC.



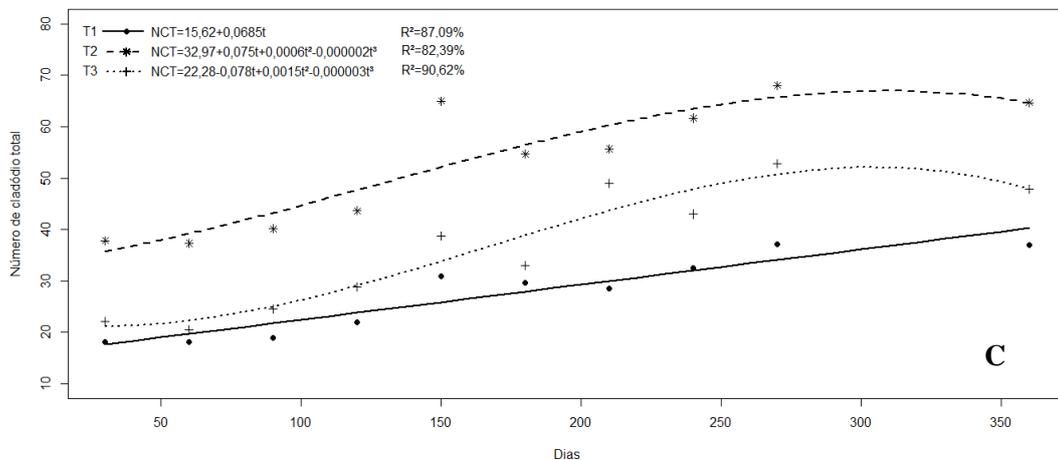


Figura 6. Evolução do número de cladódios total (NCT) de palma forrageira (*Opuntia stricta*) clone Orelha de Elefante Mexicana (A), (*Nopalea cochenillifera*) clone Doce Gigante (B) e clone Doce Miúda (C) em função da cobertura morta: T1 - sem cobertura morta; T2 - com cobertura morta parcial; T3 - com cobertura morta total.

6. CONCLUSÃO

Os clones Orelha de Elefante Mexicana e Doce Gigante apresentam cladódios maiores em comparação ao clone Doce Miúda, que por sua vez demonstra maior largura de planta e maior número total de cladódios.

A utilização de cobertura morta total promove o incremento no comprimento de cladódio primário nos clones avaliados e diminui a resistência do solo à penetração.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABD EL-MAGEED, T. A.; SEMIDA, W. M.; ABD EL-WAHED, M. H. Effect of mulching on plant water status, soil salinity and yield of squash under summer-fall deficit irrigation in salt affected soil. **Agricultural Water Management**, v. 173, p. 1-12, 2016.

ALBUQUERQUE, S. G. **Cultivo da palma forrageira no Sertão do São Francisco**. Petrolina: Embrapa Semi-Árido, 2000. 6 p.

- 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, p.711–728, 2013. DOI: doi.org/10.1127/0941-2948/2013/0507.
- ALVES, J. N.; ARAUJO, G. G. L.; PORTO, E. R.; CASTRO, J. M. C.; SOUZA, L. C. DE. Feno de erva-sal (*Atriplex nummularia* Lindl.) e palma forrageira (*Opuntia ficus* Mill) em dietas para caprinos e ovinos. **Revista Científica de Produção Animal**. **Revista Científica de Produção Animal**, v. 9, n. 1, p. 43-52, 2007.
- ALVES, M. F. A. et al. Fatores climáticos limitantes para a palma forrageira no Semiárido: estudo de caso no município de São Bentinho-PB. **Revista Informativo Técnico do Semiárido**, Pombal, v. 8, n. 1, p. 15-18, 2014.
- ALVES, R. N. et al. 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.
- BLAKE, G. R.; HARTGE, K. H. Bulk density. In: KLUTE, A. (Ed.). **Methods of soil analysis**. Part 1. Physical and mineralogical methods. Madison: ASA/SSSA, 1986. p. 363-375.
- CARNEIRO, R. G. et al. Variabilidade da temperatura do solo em função da liteira em fragmento remanescente de mata atlântica. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 18, n. 1, p. 99-108, 2014.
- CAVALCANTE, A. B.; LEITE, M. L. M. V.; PEREIRA, J. S.; LUCENA, L. R. R. Crescimento de palma forrageira em função da cura de segmentos dos cladódios. **Tecnologia & Ciência Agropecuária**, v.11, n.5, p.15-20, 2017.
- CAVALCANTE, A. C. R.; CÂNDIDO, M. J. D. Alternativas para aumentar a disponibilidade de alimentos nos sistemas de produção a pasto na Região Nordeste. Sobral: Embrapa Caprinos, 2003.
- CAVALCANTI, M. C. A. et al. Consumo e comportamento ingestivo de caprinos e ovinos alimentados com palma gigante (*Opuntia ficus-indica* Mill) e palma orelha-de-elefante (*Opuntia* sp.). **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 30, n. 2, p. 173-179, 2008.
- CHIACCHIO, F. P. B.. Incidência da cochonilha do carmim em palma forrageira. **Bahia Agrícola**, v. 8, n. 2, p. p12-14, 2006.
- COSTA, N.; GIANLUPPI, V.; MORAES, A.. Produtividade de forragem e

morfogênese de *Trachypogon vestitus*, durante o período seco, em área de cerrado, Roraima. **Revista Trópica – Ciências Agrárias e Biológicas**, v.6, p.93-103, 2012.

CUNHA, DANIEL DE NORONHA FIGUEIREDO VIEIRA DA et al. 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.

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**, n. 37, 2018.

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

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. **Manual de métodos de análise de solo**. Rio de Janeiro, Centro Nacional de Pesquisa de Solos 1997. 212p.

EPIFÂNIO, N. M. L. S. **Descritores morfológicos e indicador de metabolismo fotossintético em clones de palma forrageira**. 2019.

FAGUNDES, J. L.; SILVA, S. C.; PEDREIRA, C. G. S.; CARNEVALLI, R. A.; CARVALHO, C. A. B.; SBRISSIA, A. F.; PINTO, L. F. M. Índice de área foliar, coeficiente de extinção luminosa e acúmulo de forragem em pastagens de *Cynodon* spp. sob lotação contínua. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.36, p.187-195, 2001.

FARIAS, I.; LIRA, M. A.; SANTOS, D. C. dos; FERNANDES, A. P. M.; FRANÇA, M. P. O consórcio de sorgo granífero (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) com a palma forrageira (*Opuntia ficus-indica* Mill). Caderno Omega; Série Agronomia, Recife, v.2, p.131-45, 1986.

FROTA, M. N. L.; CARNEIRO, M. S. S.; CARVALHO, G. M. C.; NETO, R. B. A. **Palma Forrageira na Alimentação Animal**. In Documentos 23, p. 1–48, EMBRAPA. 2015.

GALVÃO JÚNIOR, J. G. B. et al. Palma forrageira na alimentação de ruminantes: cultivo e utilização. **Acta Veterinaria Brasilica**, v. 8, n. 2, p. 78-85, 2014.

INGLESE, P. Cactus pear, *Opuntia ficus-indica* L.(Mill.) for fruit production: an overview. **Improved utilization of cactus pear for food, feed, soil and water conservation and other products in Africa**, p. 82, 2010.

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

LASSABATÈRE, L., ANGULO-JARAMILLO, R., SORIA UGALDE, J.M., CUENCA, R., BRAUD, I., HAVERKAMP, R. Beerkan estimation of soil transfer parameters through infiltration experiments–BEST. **Soil Science Society of America Journal**. v.70, p.521–532, 2006.

LEITE, M. L. M. V.; LUCENA, L. R. R.; OLIVEIRA, A. D. M.; COSTA, Á. C. L.; 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.21, p. 32-42, 2020.

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.

LIRA, M. A.; SANTOS, M. V. F. DOS; CUNHA, M. V.; MELLO, A. C. L. DE; FARIA, I.; SANTOS, D. C. DOS. Utilização da palma forrageira na pecuária leiteira do semiárido. **Anais da Academia Pernambucana de Ciência Agronômica**, Recife, v. 2, p. 107-120, 2005.

LOPES, E. B. et al. Efeito do período de cura de cladódios da palma gigante na emissão de raízes em Neossolo no Município de Lagoa Seca, Paraíba, Brasil. **Revista Engenharia Ambiental**, v. 6, n. 1, p. 231-239, 2009.

LOURENÇO, R. S. et al. **Influência da cobertura morta na produtividade de ervamate**. Embrapa Florestas-Artigo em periódico indexado (ALICE), 2001.

LOURENÇO, R. S.; MEDRADO, M. J. S. **Cobertura morta na produção da ervamate**. Embrapa Florestas-Circular Técnica (INFOTECA-E), 1998.

MAGDOFF, F. et al. **Building soils for better crops**. Beltsville: Sustainable Agriculture Network, 2000.

MALDANER, I. C.; HELDWEIN, A. B.; LOOSE, L. H.; LUCAS, D. D. P.; GUSE, F. I.; BORTOLUZZI, M. P. Modelos de determinação não-destrutiva da área foliar em girassol. **Ciência Rural**, v.39, p.1356-1361, 2009.

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

MENEZES, L. A. S. et al. Produção de fitomassa de diferentes espécies, isoladas e consorciadas, com potencial de utilização para cobertura do solo. **Bioscience Journal**, v. 25, n. 1, p. 7-12, 2009.

MENEZES, R. S. C.; SAMPAIO, E. V. S. B.; SALCEDO, I.H. et al. 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.

MOREIRA, W. H. et al. Quantificação do intervalo hídrico ótimo de um Latossolo Vermelho utilizando duas estratégias metodológicas. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, v. 38, n. 6, p.1772-1783, 2014.

MORENO, M. M.; MORENO, A. Effect of different biodegradable and polyethylene mulches on soil properties and production in a tomato crop. **Science Horticulturae**, v. 116, n. 3, p. 256-263, 2008.

NASCIMENTO, M. C. O. et al. Armazenamento de forragem para caprinos e ovinos no semiárido do nordeste. **Revista ACSA – Agropecuária Científica no Semiárido**, v. 9, n. 4, p. 20-27, 2013.

NAWAZ, A.; LAL, L.; SHRESTHA, R. K.; FAROOQ, M. Mulching affects soil properties and greenhouse gas emissions under long-term no-till and plough-till systems in alfisol of Central Ohio. **Land Degradation & Development**, v. 28, n. 2, p. 673-681, 2017.

NEVES, A. L. A.; PEREIRA, L. G. R.; SANTOS, R. D. DOS; VOLTOLINI, T. V.; ARAÚJO, G. G. L. DE; MORAES, S. A. DE; ARAGÃO, A. S. L. DE; COSTA, C. T. F. **Plantio e uso da palma forrageira na alimentação de bovinos no semiárido**

- brasileiro**. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 2010. 7 p.
- OLIVEIRA FILHO, J. S.; VIEIRA, J. N.; SILVA, E. M. R.; OLIVEIRA, J. G. B.; PEREIRA, M. G. & BRASILEIRO, F. G. Assessing the effects of 17 years of grazing exclusion in degraded semi-arid soils: Evaluation of soil fertility, nutrients pools and stoichiometry. **Journal of Arid Environments**, v.166, p.1-10, 2019.
- OLIVEIRA, F. T.; SOUTO, J. S.; SILVA, R. P.; ANDRADE FILHO, F. C.; PEREIRA JUNIOR, E. B. Palma forrageira: adaptação e importância para os ecossistemas áridos e semiáridos. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v.5, p.27-37, 2010.
- OLIVEIRA, R.A.; DAROS, E.; ZAMBON, J. L. C.; WEBER, H.; IDO, O. T.; BESPALHOK-FILHO, J. C.; ZUFFELLATO-RIBAS, K. C.; SILVA, D .K. T. Área foliar em três cultivares de cana-de-açúcar e sua correlação com a produção de biomassa. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.37, p.71-76, 2007.
- PADRÓN PEREIRA, C.A. Innovaciones en el agrodesarrollo de las cactáceas. **Revista Venezolana de Ciencia y Tecnología de Alimentos**, v. 3, n. 1, p. 38-79, 2012.
- PEREIRA FILHO, J. M.; SILVA, A. M. D. A. & CÉZAR, M. F. Manejo da Caatinga para produção de caprinos e ovinos. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 14, n. 1, p. 77-90, 2013.
- PEREIRA, J. S.; LEITE, M. L. M. V.; CAVALCANTE, A. B.; LUCENA, L. R. R. Crescimento inicial de *Nopalea cochenillifera* em função do fracionamento do cladódio. **Revista Agropecuária Técnica**, v. 39, n. 2, p. 120-128, 2018.
- PINHEIRO, K. M. et al. Correlações do índice de área do cladódio com características morfológicas e produtivas da palma forrageira. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 49, n. 12, p. 939-947, 2014.
- PROSDOCIMI, M.; TAROLLI, P.; CERDÀ, A. Mulching practices for reducing soil water erosion: A review. **Earth-Science Reviews**, v. 161, p. 191–203, 2016.
- QUEIROZ, M. G. et al. Relações hídrico-econômicas da palma forrageira cultivada em ambiente semiárido. **Irriga**, Edição Especial, p. 141-154, 2016.
- RIBEIRO, Erika Maria de Oliveira et al. Study of carbohydrates present in the cladodes of *Opuntia ficus-indica* (fodder palm), according to age and season. **Food Science and Technology**, v. 30, n. 4, p. 933-939, 2010.

- ROCHA, J. E. S. **Palma forrageira no Nordeste do Brasil**: estado da arte. Embrapa Caprinos e Ovinos-Documents (INFOTECA-E), 2012.
- SAENZ, C. Processing technologies: an alternative for cactus pear (*Opuntia* spp.) fruits and cladodes. **Journal of Arid Environments**, v. 46, n. 3, p. 209-225, 2000.
- SÁENZ, C.; SEPÚLVEDA, E.; MATSUHIRO, B. *Opuntia* spp mucilage's: a functional component with industrial perspectives. **Journal of Arid Environments**, v. 57, n. 3, p. 275-290, 2004.
- SAGLAM, M. et al. Modeling the effect of biodegradable paper and plastic mulch on soil moisture dynamics. **Agricultural Water Management**, v. 193, p. 240-250, 2017.
- 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.
- SANTOS, D.C. et al. **Manejo e utilização de Palma Forrageira (*Opuntia* e *Napolea*) em Pernambuco**. Recife: IPA, 2006. 48p. (Boletim Técnico, 30).
- SILVA, C. C. F.; SANTOS, L. C.. Palma Forrageira (*Opuntia Ficus-Indica* Mill) como alternativa na alimentação se ruminantes. **REDVET. Revista Electrónica de Veterinaria**, v. 8, n. 5, p. 1-11, 2007.
- SILVA, L. M. et al. Produtividade da palma forrageira cultivada em diferentes densidades de plantio. **Ciência Rural**, v. 44, n. 11, p. 2064-2071, 2014.
- SILVA, M. R. R. et al. Influência da irrigação e cobertura morta do solo sobre as características agronômicas e produtividade de milho. **Irriga**, Edição Especial, p. 170-180, 2012.
- SILVA, T. G. F. et al. 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.
- SOSA, M. Y. et al. Diferentes formas de fornecimento de dietas à base de palma forrageira e comportamento ingestivo de vacas da raça holandesas em lactação. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 27, n. 2, p. 261-268, 2005.

SOUZA, C. M. S. et al. 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, T. C. **Sistemas de cultivo para a palma forrageira cv. Miúda (*Nopalea cochenillifera* Salm Dyck)**. Tese (Programa de Doutorado Integrado em Zootecnia)-Universidade Federal Rural de Pernambuco. Recife, p. 119. 2015.

STOLF, R. Teoria e teste experimental de formulas de transformação dos dados de penetrômetro de impacto em resistência do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.15, p.249-252, 1991.

STOLF, R.; REICHARDT, K.; VAZ, C. P. M. Response to Comments on Simultaneous Measurement of Soil Penetration Resistance and Water Content with a Combined Penetrometer–TDR Moisture Probe” and A Dynamic Cone Penetrometer for Measuring Soil Penetration Resistance. **Soil Science Society of America Journal**, v.69, p.927-929, 2005.

Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste. SUDENE. Ministério do Desenvolvimento regional. Delimitação do semiárido. Disponível: <<http://www.sudene.gov.br/delimitacao-do-semiarido>>. Acesso: 04/04/2020

TOSTO, MANUELA SILVA LIBÂNIO et al. Composição química e estimativa de energia da palma forrageira e do resíduo desidratado de vitivinícolas. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 8, n. 3, 2007.

VASCONCELOS, A. G. V. et al. 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.

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