

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA**

**MORFOLOGIA, PRODUTIVIDADE E COMPOSIÇÃO QUÍMICA DA PALMA ORELHA
DE ELEFANTE MEXICANA SOB ADUBAÇÃO E FREQUÊNCIA DE COLHEITA**

LENILDO TEIXEIRA SOUTO FILHO

**RECIFE - PE
JULHO- 2020**

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA**

**MORFOLOGIA, PRODUTIVIDADE E COMPOSIÇÃO QUÍMICA DA PALMA ORELHA
DE ELEFANTE MEXICANA SOB ADUBAÇÃO E FREQUÊNCIA DE COLHEITA**

**LENILDO TEIXEIRA SOUTO FILHO
(ENGENHEIRO AGRÔNOMO)**

**RECIFE - PE
JULHO- 2020**

LENILDO TEIXEIRA SOUTO FILHO

MORFOLOGIA, PRODUTIVIDADE E COMPOSIÇÃO QUÍMICA DA PALMA ORELHA
DE ELEFANTE MEXICANA SOB ADUBAÇÃO E FREQUÊNCIA DE COLHEITA

Tese apresentada ao Programa de Pós-graduação em Zootecnia, da Universidade Federal Rural de Pernambuco, como requisito parcial para obtenção do título de Doutor em Zootecnia.

Comitê de Orientação:

Alexandre Carneiro Leão de Mello, D.Sc., Prof^o UFRPE - Orientador

Maria da Conceição Silva, D.Sc., Pesq^a IPA - Co-orientadora

Toni Carvalho de Souza, D.Sc., Prof^oIFBA- Co-orientador

RECIFE - PE

JULHO – 2020

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)

- S728m Souto Filho, Lenildo Teixeira Souto Filho
Morfologia, produtividade e composição química da palma Orelha de Elefante Mexicana sob adubação e frequência de colheita / Lenildo Teixeira Souto Filho Souto Filho. - 2020.
67 f.
- Orientador: Alexandre Carneiro Leao de Mello.
Coorientador: Toni Carvalho de Souza.
Inclui referências.
- Tese (Doutorado) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Recife, 2020.
1. Adubação. 2. Mineral. 3. Cactácea. 4. Esterco Bovino. 5. Semiárido. I. Mello, Alexandre Carneiro Leao de, orient. II. Souza, Toni Carvalho de, coorient. III. Título
- CDD 636
-

LENILDO TEIXEIRA SOUTO FILHO

MORFOLOGIA, PRODUTIVIDADE E COMPOSIÇÃO QUÍMICA DA PALMA ORELHA
DE ELEFANTE MEXICANA SOB ADUBAÇÃO E FREQUÊNCIA DE COLHEITA

Tese defendida e aprovada pela Comissão Examinadora em 09 de julho de 2020.

Presidente _____

Prof. Alexandre Carneiro Leão de Mello
Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE
Departamento de Zootecnia

Comissão Examinadora:

Prof. Albericio Pereira de Andrade
Universidade Federal do Agreste de Pernambuco – UFAPE / PPGCAP

Prof. Márcio Vieira da Cunha
Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE
Departamento de Zootecnia

Prof^ª. Mércia Virginia Ferreira dos Santos
Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE
Departamento de Zootecnia

Prof^ª. Valéria Xavier de Oliveira Apolinário
Universidade Estadual do Maranhão – UEMA
Departamento de Zootecnia

RECIFE - PE

JULHO – 2020

“Só sei que nada sei!”

Sócrates

“A ignorância gera mais frequentemente confiança do que o conhecimento: são os que sabem pouco, e não aqueles que sabem muito, que afirmam de uma forma tão categórica que este ou aquele problema nunca será resolvido pela ciência”

“Não é o mais forte que sobrevive, nem o mais inteligente, mas o que melhor se adapta às mudanças”

Charles Darwin

Ao meu tio, José Teixeira Souto (*in memoriam*), pela sua dedicação para comigo, incentivando o meu crescimento pessoal e intelectual.

OFEREÇO

Aos meus pais, Lenildo Teixeira Souto e Nadegia Cavalcanti de Almeida Souto, como retribuição ao tempo dedicado em prol de minha formação educacional, e por sempre me incentivarem a avançar nos estudos.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela oportunidade de cursar o curso de doutorado em Zootecnia, na área de concentração Forragicultura.

Aos meus pais, Lenildo Teixeira Souto e Nadegia Cavalcanti de Almeida Souto; às minhas tias, Graciete Teixeira Souto, Maria José Teixeira Souto, Áurea Teixeira Souto e Marinalva Teixeira, e ao meu tio José Teixeira Souto, pela educação e estudo fornecido.

A todos os meus familiares, irmãos, Nair Amelia Cavalcanti Souto, Rodolfo José Cavalcanti Souto e Rafaela Cavalcanti Souto Galindo, tios, tias, primos e primas, por contribuírem sempre para o meu desenvolvimento pessoal.

Ao amigo Antônio Eugênio Dias Júnior, por ajudar meus pais no dia a dia da atividade de campo, contribuindo para minha formação educação intelectual e profissional.

Ao professor Alexandre Carneiro Leão de Mello, por me orientar junto aos demais membros do comitê de orientação; à pesquisadora Maria da Conceição Silva e ao professor Toni Carvalho de Souza, sem os quais não seria possível meu doutoramento.

Ressalto meus agradecimentos a todos aqueles que ajudaram no experimento, como Mauro Luciano Póvoa Souto, Valdejúnior Correia da Silva, Marconiedson Herculano da Silva, e aos bolsistas Flávio Lino da Silva, Marciano Arcanjo Barbosa Oliveira e Daniela Mello, bem como aos funcionários de campo do IPA de Arcoverde: Leônio Siqueira de Barros, José Pessoa da Silva, Valmir Lino Alves, Severino Viana, José Arnóbio e Valdeir Viana.

Aos amigos, em especial, à Ana Herrera Angulo, Robert Mora e Carlos Vela Garcia, pela ajuda no dia a dia do doutorado.

Aos professores Mércia Virginia Ferreira dos Santos, Márcio Vieira da Cunha, Mário de Andrade Lira (*in memoriam*), José Carlos Batista Dubeux Júnior, Adriana Guim, Marcelo de Andrade Ferreira, Albericio Pereira de Andrade e Suzene Izídio da Silva, os quais contribuíram para com o meu aprimoramento.

A todos os outros amigos que me ajudaram: Maikon Lemos, Géssica Solanna, Diana Valadares, Diego Coelho, Natália Cavalcante, Renann Afonso, Williane Diniz, Wellington Jairo, Kariny Cavalcante, Antônio Tenório, Juliana Costa, Robson Elpídio, Núbia Epifânio, Rayanne Souza, Giorgio Oliveira, Thaíse Peixoto, José Diogenes, Fernanda Dantas, Jaelson Neto, Osniel Oliveira, Suellen Brandão, Carol Monteiro e Carla Souza.

À Universidade Federal Rural de Pernambuco, por me conceder a oportunidade de cursar o doutorado em Zootecnia, na área de concentração Forragicultura.

Ao Departamento de Zootecnia da UFRPE, representado pelos seus professores e funcionários.

À coordenação da Pós-graduação em Zootecnia, representada pelos professores Francisco Fernando Ramos de Carvalho, Carlos Bôa-Viagem e à secretária Cynthia A. Marino.

À funcionária terceirizada Maria Cristina da Silva, pela dedicação aos estudantes.

Ao Departamento de Engenharia Agrícola da UFRPE, nas pessoas do Professor Ênio F. de F. e Silva, ao PNPD Daniel da Costa Dantas e ao doutorando José Edson Florentino de Moraes.

Ao Instituto Agrônomo de Pernambuco – IPA, nas pessoas de Djalma Cordeiro dos Santos, Sérvulo Mercier Siqueira e Silva, e Maria da Conceição Silva, pelo apoio e orientação, durante as avaliações experimentais realizadas na Estação Experimental do IPA em Arcoverde.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, pela bolsa concedida.

SUMÁRIO

	Página
Lista de Tabelas.....	Xi
Lista de Figuras.....	Xii
Resumo Geral.....	Xiii
General Abstract.....	Xiv
Capítulo 1. Referencial Teórico.....	15
1. Referencial Teórico.....	16
1.1. Origem e introdução da palma forrageira.....	16
1.2. Importância da palma forrageira para o Semiárido brasileiro.....	17
1.3. Palma forrageira cultivar Orelha de Elefante Mexicana.....	18
1.4. Adubação orgânica.....	20
1.5. Adubação nitrogenada em palma forrageira.....	22
1.6. Frequência de colheita.....	23
2. Referências.....	25
CAPÍTULO 2. Aspectos morfológicos e produtivos da palma forrageira ‘Orelha de Elefante Mexicana’ (<i>Opuntia stricta</i> Haw) sob diferentes sistemas de cultivo.....	30
Resumo.....	31
Abstract.....	32
1. Introdução.....	33
2. Material e Métodos.....	34
3. Resultados e Discussão.....	37
4. Conclusões.....	44
5. Referências	45
CAPÍTULO 3. Composição química da palma forrageira ‘Orelha de elefante mexicana’ (<i>Opuntia stricta</i> Haw) sob diferentes sistemas de cultivo	48
Resumo.....	49
Abstract.....	50
1. Introdução.....	51
2. Material e Métodos.....	52
3. Resultados e Discussão.....	56
4. Conclusões.....	62
5. Referências.....	63
Considerações finais.....	66

LISTA DE TABELAS

	Página
Capítulo II. Aspectos morfológicos e produtivos da palma forrageira ‘Orelha de Elefante Mexicana’ (<i>Opuntia stricta</i> Haw) sob diferentes sistemas de cultivo	
1 Histórico das precipitações durante o período experimental (anos de 2016 a 2018) em Arcoverde- PE.....	35
2 Número de cladódios primários, totais, secundários e terciários, comprimento de cladódios primários, secundários e terciários, largura de cladódios primários, secundários, terciários e largura média de todas as ordens, espessura de cladódios primários, secundários e terciários, altura e largura de plantas, índice de área de cladódios, produção de matéria seca de cladódios da palma ‘Orelha de Elefante Mexicana’ em função da adubação orgânica.....	39
3 Número de cladódios primários e totais, comprimento de cladódios primários, largura de cladódios primários e largura média de cladódios, espessura média de cladódios, altura e largura de plantas, índice de área de cladódios e produção de matéria seca da palma ‘Orelha de Elefante Mexicana’ em função da frequência de colheita.....	40
Capítulo III. Composição químico-bromatológica da palma forrageira ‘Orelha de elefante mexicana’ (<i>Opuntia stricta</i> Haw) sob diferentes sistemas de cultivo	
1 Histórico das precipitações pluviométricas no período experimental (2016 a 2018) em Arcoverde- PE.....	54
2 Resultados das análises químicas realizadas em amostras compostas coletadas na área experimental, na profundidade 0 – 20 cm. UFRPE, Recife-PE, 2011...	55
3 Teor de matéria seca, proteína bruta e sódio da palma ‘Orelha de Elefante Mexicana’ em função da frequência de colheita.....	57
4 Teor de matéria seca, teor de fósforo, teor de Na, da palma ‘Orelha de Elefante Mexicana’ em função da adubação orgânica.....	57

LISTA DE FIGURAS

	Página
Capítulo II. Aspectos morfológicos e produtivos da palma forrageira ‘Orelha de Elefante Mexicana’ (<i>Opuntia stricta</i> Haw) sob diferentes sistemas de cultivo	
1 Precipitação, temperaturas máximas e mínimas na Estação experimental do IPA, Arcoverde-PE em 2016, 2017 e 2018.....	34
2 Comprimento médio de cladódios de plantas da palma ‘Orelha de Elefante Mexicana’ em função da adubação orgânica e frequência de colheita ($P < 0,01$) Erro padrão = 0,6.....	41
Capítulo III. Composição química da palma forrageira ‘Orelha de elefante Mexicana’ (<i>Opuntia stricta</i> Haw) sob diferentes sistemas de cultivo	
1 Precipitação, temperaturas máximas e mínimas na Estação experimental do IPA, Arcoverde-PE em 2016, 2017 e 2018.....	53
2 Teor de proteína bruta da palma ‘Orelha de Elefante Mexicana’ em função da adubação orgânica e nitrogenada ($P < 0,01$; $P < 0,05$). Erro padrão = 7,7. $(Z) = 85,643 - 0,4038 * X + 0,1882 * Y + 0,0519 * X^2 - 0,007 * X * Y - 1,3021 * 10^{-6} * Y^2$; $R = 87,1$; $x =$ Adubação orgânica; $y =$ Adubação nitrogenada.....	58
3 Teor de fibra em detergente neutro da palma ‘Orelha de Elefante Mexicana’ em função da adubação orgânica e frequência de colheita ($P < 0,05$). Erro padrão = 17,4.....	59
4 Teores de potássio da palma forrageira ‘Orelha de Elefante Mexicana’ sob efeito de níveis crescentes de nitrogenada ($P < 0,05$). Erro padrão = 1,2.....	60
5 Teor de potássio da palma ‘Orelha de elefante mexicana’ em função da adubação orgânica e frequência de colheita ($P < 0,01$). Erro padrão = 1,7.....	61

MORFOLOGIA, PRODUTIVIDADE E COMPOSIÇÃO QUÍMICA DA PALMA ORELHA DE ELEFANTE MEXICANA SOB ADUBAÇÃO E FREQUÊNCIA DE COLHEITA

RESUMO GERAL - A palma forrageira é de grande importância para os ruminantes da região Agreste de Pernambuco, sendo a principal responsável pela manutenção da bacia leiteira do estado. Esta planta forrageira é bastante adaptada às condições edafoclimáticas do semiárido brasileiro, apresenta elevado valor nutricional, tem potencial de apresentar elevada produção de forragem. O objetivo deste trabalho foi avaliar características morfológicas, produtivas e químicas da palma forrageira 'Orelha de Elefante Mexicana' (*Opuntia stricta* Haw) sob efeito de adubação orgânica, adubação nitrogenada e frequências de colheita. O delineamento experimental foi feito por blocos ao acaso, com arranjo de parcelas subdivididas e quatro repetições. As plantas foram submetidas a quatro níveis de matéria orgânica (0, 10, 20 e 30 Mg ha⁻¹ ano⁻¹), compondo a parcela principal, quatro níveis de adubação nitrogenada (0, 120, 240, 360 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de nitrogênio), formando a subparcela e a duas frequências de colheita (anual e bienal), formando a subsubparcela. Foram realizadas duas colheitas anuais e uma bienal. Não houve efeito da adubação nitrogenada para as características morfológicas e produtivas. Foram observados efeitos significativos isolados da adubação orgânica e frequência de colheita para número de cladódios primários e totais. Foi observado efeito quadrático para o comprimento de cladódios primários, em resposta à adubação orgânica, com valor máximo de 39,4 cm no nível de 28,1 Mg ha⁻¹ ano⁻¹ e efeito da frequência de colheita sobre o comprimento de cladódios primários, sendo de 34,1 cm na colheita anual e 36,5 cm, na bienal. Adubação orgânica e a frequência de colheita afetaram, de forma isolada, a largura de cladódios primários. Foi observado valor máximo de largura de 19,1 cm, com adubação de 27,1 Mg ha⁻¹ ano⁻¹, enquanto foram obtidos valores de 16,6 cm, na frequência anual e, 18,6 cm, na bienal. Foram obtidos valores médios de produção de 27,2 e 35,9 Mg ha⁻¹ para colheitas anuais e colheita bienal, respectivamente. Também foi observado efeito da adubação orgânica, apresentando comportamento quadrático com produção máxima de 49,2 Mg ha⁻¹ ano⁻¹ com a adubação de 30 Mg ha⁻¹ ano⁻¹. Os teores de PB sofreram efeito da frequência de colheita, apresentando valores de 126,3 e 98,9 g kg⁻¹, respectivamente, para a frequência anual e bienal. Foi observado efeito de interação nível de 0,0 de Mg ha⁻¹ ano⁻¹ de matéria orgânica e 360 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de nitrogênio (161,8 g kg⁻¹). Foi observado efeito da adubação orgânica para os teores de fósforo (P) e sódio (Na), obtendo crescimento quadrático com a aplicação do adubo e observada interação adubação orgânica x frequência de colheita para o teor de potássio (K), bem como efeito de frequência de colheita para teores de sódio, com maior valor (7,8 g kg⁻¹) na frequência anual. Os maiores crescimentos de cladódios e de plantas promovidos pela aplicação de adubo orgânico eleva a produtividade da palma forrageira 'Orelha de Elefante Mexicana', com maior valor não nível de 30 Mg ha⁻¹ ano⁻¹. Colheita bienal promove maior produtividade da palma 'Orelha de Elefante Mexicana'. Níveis crescentes de adubação nitrogenada promovem aumento no teor de proteína bruta e redução no teor de potássio.

Palavras-chave: Adubação mineral; Cactácea; Esterco bovino; *Opuntia stricta*; Semiárido.

MORPHOLOGY, PRODUCTIVITY AND CHEMICAL COMPOSITION OF THE CACTUS PEAR ORELHA DE ELEFANTE MEXICANA UNDER FERTILIZATION AND HARVEST FREQUENCY

GENERAL ABSTRACT - The forage cactus pear is of great importance for the ruminants of the Agreste region of Pernambuco, being the main responsible for the maintenance of the milk basin of the state. This forage plant is well adapted to the edaphoclimatic conditions of the Brazilian semi-arid region, has high nutritional value, has the potential to present high forage production. The objective of this work was to evaluate the morphological, productive and chemical characteristics of the cactus pear 'Orelha de Elefante Mexicana' (*Opuntia stricta* Haw) under the effect of organic fertilization, nitrogen fertilization and harvest frequencies. The experimental design was randomized blocks, in sub-divided plots and four replications. The plants were submitted to four levels of organic matter (0, 10, 20 and 30 Mg ha⁻¹ year⁻¹) forming the main plot, four levels of nitrogen fertilization (0, 120, 240, 360 kg ha⁻¹ year⁻¹ of nitrogen), forming the sub-plot and the two harvest frequency (annual and biennial), forming the sub-sub-plot. Two annual harvests and one biennial were carried out. There was no effect of nitrogen fertilization on the morphological and productive characteristics. Significant isolated effects of organic fertilization and harvest frequency were observed for number of primary and total cladodes. Quadratic effect was observed for the length of primary cladodes, in response to organic fertilization, with a maximum value of 39.4 cm at the level of 28.1 Mg ha⁻¹ year⁻¹ and effect of the frequency of harvest on the length of primary cladodes, being 34.1 cm in the annual harvest and, 36.5 cm, biennial. Organic fertilization and harvesting frequency affected the width of primary cladodes in isolation. Maximum width of 19.1 cm was observed, with fertilization of 27.1 Mg ha⁻¹ year⁻¹, while values of 16.6 cm were obtained, at annual frequency and, 18.6 cm, at biennial. Average production values of 27.2 and 35.9 Mg ha⁻¹ were obtained for annual and biennial harvests, respectively. The effect of organic fertilization was also observed, presenting quadratic behavior with maximum production of 49.2 Mg ha⁻¹ 2 year⁻¹ with the fertilization of 30 Mg ha⁻¹ year⁻¹. The CP contents were affected by the harvest frequency, with values of 126.3 and 98.9g kg⁻¹, respectively for the annual and biennial frequency. An interaction effect was observed at the level of 0.0 Mg ha⁻¹ year⁻¹ of organic matter and 360 kg ha⁻¹ year⁻¹ of nitrogen (161.8g kg⁻¹). The effect of organic fertilization was observed for the levels of phosphorus (P) and sodium (Na), obtaining quadratic growth with the application of the fertilizer and interaction of organic fertilization x harvest frequency was observed for the potassium (K) content, as well as the effect of harvest frequency for sodium levels, with higher value (7.8 g kg⁻¹) in the annual frequency. The greater growth of cladodes and plants promoted by the application of organic fertilizer, increases the productivity of the forage palm 'Orelha de Elefante Mexicana', with a higher level of 30 Mg ha⁻¹ year⁻¹. Biennial harvest promotes greater productivity of the 'Orelha de Elefante Mexicana' cactus pear. Increasing levels of nitrogen fertilization promote an increase in crude protein content and a reduction in potassium content.

Key words: Mineral fertilization, Cactacea, Bovine manure, *Opuntia stricta*, Semi-arid.

CAPÍTULO 1

Referencial Teórico

1. REFERENCIAL TEÓRICO

1.1. Origem e introdução da palma forrageira

A palma tem como centro de origem a América do Norte, entre o México e os Estados Unidos, mas também foi encontrada pelos conquistadores espanhóis em alguns países da América Central, como Haiti e República Dominicana, os quais foram responsáveis pela distribuição da cultura na Europa e América Latina (BARBERA, 1995).

A tuna, como os índios chamavam a *nopalis* (palma) na língua nativa, fazia parte da cultura asteca e de outros grupos indígenas nesses países. De acordo com Ochoa e Barbera (2018), esses grupos de nativos apresentaram o fruto vermelho aos conquistadores espanhóis na representação do conquistador Hernán Cortez, os quais perceberam a importância da planta para a cultura desses povos. Esses autores relatam, ainda, a presença no estandarte de guerra do exército asteca de uma águia devorando uma serpente em cima da tuna. Na Argentina é utilizada como alimento humano, com a utilização de seus frutos, e se destaca também como forrageira na região seca desse país conhecida como El Chaco (AHUMADA; TRILLO, 2017), assim como no Marrocos, que a utiliza na alimentação de pessoas, e como forrageira devido às frequentes secas que ocorrem no país (OCHOA; BARBERA, 2018).

As cultivares de palma forrageira ‘Gigante’ (*Opuntia ficus indica* Mill) e ‘Miúda’ (*Nopalea cochenillifera* Salm Dyck) foram introduzidas no Brasil pelos portugueses, no período colonial, inicialmente para a produção de cochonilha, do corante carmim, mas essa exploração econômica do corante não foi adiante, sendo essa cultura cultivada em poucos exemplares em jardins como plantas ornamentais (DOMINGUES, 1963). Já a palma ‘Orelha de Elefante mexicana’ (*Opuntia stricta* Haw) é originária do México e foi introduzida pelo Instituto Agrônomo de Pernambuco (IPA), em 1996, cedida pela Universidade de Chapingo, México (SANTOS et al., 2020).

A exploração como forrageira em Pernambuco teve início após o plantio realizado pelo produtor rural Antônio Tenório de Carvalho Cavalcanti, no jardim da Fazenda Gentil, localizada no município da Pedra. As plantas sementes utilizadas por este produtor foram oriundas do Juazeiro do Norte - Ceará, motivo pelo qual foi denominada de “Palma Santa”. Inicialmente foi utilizada como planta ornamental, até o momento em que, acidentalmente, em 1905, uma vaca consumiu os cladódios da palma e o produtor constatou que se tratava de uma planta palatável, motivando-o a produzir palma para fins forrageiros, de onde foi levada para os municípios circunvizinhos de Arcoverde, Garanhuns e Pesqueira (DOMINGUES, 1963; SIMÕES et al., 2005). Esses autores relatam ainda o plantio de meio hectare em Caruaru-PE,

no ano de 1902. Ao mesmo tempo, em Alagoas, o empreendedor Delmiro Gouveia introduziu a palma ‘Miúda’ na cidade também denominada de Pedra, mas, atualmente, denominada de Delmiro Gouveia (DOMINGUES, 1963; SIMÕES et al., 2005).

O cultivo da palma forrageira no Semiárido brasileiro se popularizou por volta de 1930, quando já se tinha a visão da cultura como uma das formas de mitigar os efeitos da seca. Inclusive, por conta da grande seca que ocorreu na região em 1932, quando, nessa mesma década, houve incentivo governamental para o plantio de palma na região, tendo como sementeiras 222 campos que forneceram palmas semente para os produtores rurais do Piauí até a Bahia iniciarem seus palmais (DUQUE, 2004; SIMÕES, 2005).

1.2. Importância da palma forrageira para o Semiárido brasileiro

No Semiárido do Brasil, a palma forrageira tornou-se importante alimento para os animais das bacias leiteira de Pernambuco, Alagoas e Paraíba (OCHOA; BARBERA, 2018). A adaptação desta cactácea às irregulares distribuições de chuvas nesta região (BEZERRA et al., 2014) possibilita a criação desses rebanhos de forma economicamente viável, bem como à sobrevivência destes durante as secas (ANDRADE et al., 2010).

O número de propriedades no estado de Pernambuco que explorava a palma forrageira, segundo IBGE (2017), era 17.131, quando produziam um total de 481.931 toneladas por ano, o que evidencia a importância da cultura para o estado. Essas propriedades, na sua maioria, são de pequenas áreas de terra, empregando mão de obra familiar, as quais têm a palma, na maioria das vezes, como o principal recurso forrageiro (FERREIRA et al., 2009; LEITE et al., 2014).

As regiões do Semiárido que dispunham apenas das cultivares ‘Gigante’ e ‘Redonda’ (*O. ficus indica* Mill) tiveram seus palmais dizimados pela cochonilha do carmim [*Dactylopius opuntiae* (Cockerell) (Hemiptera: Dactylopiidae)]. Esse acontecimento contribuiu consideravelmente para a redução dos rebanhos e da produção de leite em Pernambuco, seja pelo aumento na mortalidade dos animais de produção ou pela venda de parte dos animais para compra de alimento.

Ao se realizar a introdução de uma cultivar deve-se considerar qual se adapta às condições edafoclimáticas, pragas e doenças, as quais se encontram em uma determinada região, pois, nesse sentido, as cultivares tradicionais de Pernambuco foram substituídas pelas cultivares Miúda e Orelha de Elefante Mexicana (DUBEUX JR et al., 2018). Nesse sentido, a ‘Orelha de Elefante Mexicana’ vem sendo a principal cultivar dos municípios de Pedra e Venturosa, pertencentes à bacia leiteira de Pernambuco.

Há registro na literatura de que a produção de matéria seca (MS) da palma forrageira chega a 112 Mg ha⁻¹ em dois anos (SILVA et al., 2016a), enquanto que no milho chega a 22 Mg ha⁻¹ de MS de grãos em 42 dias (FERRARI JÚNIOR et al., 2005). Contudo, a palma depende menos de precipitações pluviométricas regulares do que o milho, o qual tem seu ciclo de produção comprometido, na maioria das vezes, nas condições do Semiárido. Segundo Oliveira et al. (2007), o milho como um dos ingredientes pode ser substituído pela palma em até 100% da ração completa sem comprometimento da produção de leite.

Estudos realizados em Pernambuco, pelo IPA, indicam o potencial de atingir produtividades acima de 40t de MS por hectare a cada dois anos, desde que práticas como controle de ervas daninhas, fertilização orgânica e adensamento de plantas sejam utilizadas no sistema de produção dessa cultura (LIRA et al., 2009). Esses autores relatam para a palma ter valor alimentar de pelo menos 80% do valor alimentar do milho quando usado por bovinos, considerando essas estimativas com base na matéria seca, podendo substituir o milho, e contribuir para aumentar a eficiência das pequenas propriedades e fixar o homem no campo.

A palma apresenta composição química, variando de acordo com a cultivar (ALVES, 2015). Os tratos culturais também contribuem para a composição química dessa cultura (GOMES et al., 2018; LEITE et al., 2018). E destaca-se na sua composição o cálcio e carboidratos solúveis, além de alto teor de água, sendo assim, um complemento estratégico para produção animal na Região Semiárida, podendo, inclusive, ser utilizada como alimento humano, assim como a cultivar Milpa Alta (*O. fícus indica*) é utilizada no México (NUÑEZ-LÓPEZ et al. 2013; SANTIAGO-LORENZO et al., 2016). A cultivar Miúda (*N. cochenillifera* SalmDyck) foi utilizada como complemento alimentar humano por Oliveira Júnior (2015).

A palma aumenta a segurança alimentar dos rebanhos da região semiárida, pois é adaptada para essas regiões do que as safras anuais, produzindo mais biomassa por unidade de área de terra com menos risco às incertezas climáticas (DUBEUX et al., 2015).

1.3. Palma cultivar Orelha de Elefante Mexicana

A palma ‘Orelha de Elefante mexicana’ (*Opuntia stricta* Haw) apresenta as seguintes características morfológicas (registro realizado pelo IPA no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA): hábito de crescimento estendido, planta estreita e de porte muito baixo, a qual possui cladódios largos, de muito curta longitude, muito pequena relação entre a longitude/largura, formato rômbo, espessura grossa e de coloração verde escura, forte serosidade, com ondulação na margem e cinco aréolas de cor marrom na fileira central, variando

de 0 a 4 espinhos por aréola (GALLEGOS-VÁZQUEZ et al., 2005; SANTOS et al., 2013) e apresenta predominantemente pelos curtos nas aréolas.

A ‘Orelha de Elefante Mexicana’ é adaptada às condições de semiaridez (SILVA et al., 2015), resistente (Capacidade da planta em limitar a carga de uma praga) à cochonilha do carmim (*Dactylopius opuntiae* Cockerell), mas suscetível à cochonilha de escamas (*Diaspisechinocacti* Bouché) e responde bem à adubação (SANTOS et al., 2013) de alta produção de forragem (ROCHA et al., 2017). Esta cultivar vem sendo utilizada no Brasil, em substituição às cultivares ‘Gigante’ e ‘Redonda’, pelo fato destas serem suscetíveis à cochonilha do carmim.

A praga do carmim é a praga-chave da cultura da palma, causa danos ao sugar a seiva da planta, causando necrose dos cladódios e levando ao seu enfraquecimento, levando a planta a morte em pouco tempo (FERRAZ et al., 2017). E, conforme os autores, caracteriza-se por apresentar fêmeas, as responsáveis pelo dano econômico, de corpo pequeno e ovalado, e coberto por uma serosidade branca, que, quando esmagadas, liberam o conteúdo, o ácido carmínico de cor de sangue. A cochonilha de escamas, por apresentar um aparelho picador-sugador, abre orifícios, servindo de porta de entrada de microrganismos causadores de podridões das raquetes, causando a morte das plantas, tem a característica de escamas de coloração marrom clara, distribuídas de forma aglomerada (FERRAZ et al., 2017).

Silva et al. (2015) avaliaram a produção de MS das cultivares ‘Orelha de Elefante Mexicana’, ‘IPA-20’ e ‘Miúda’, em Serra Talhada, Semiárido de Pernambuco e verificaram valores de 15,6; 10,7 e 11,5 Mg ha⁻¹ 2 anos⁻¹, com a aplicação de 130 N ha⁻¹ dividido em três vezes, respectivamente, demonstrando superioridade da Orelha de Elefante Mexicana.

Rocha et al. (2017) também observaram superioridade da ‘Orelha de Elefante Mexicana’ na produção de MS, a qual variou de 20,1 a 91,7 Mg ha⁻¹ Mg ha⁻¹, respectivamente, para a colheita aos quatro e 16 meses, e com aplicação mensal de 30 kg de ureia, 14 kg de monoamônio fosfato (MAP) e 100 kg de sulfato de potássio durante dezesseis meses, produção superior às de outras cultivares como a ‘Miúda e IPA 20’, com 9,8 e 12,1 Mg ha⁻¹ aos quatro, e 46,1 e 52 Mg ha⁻¹ de MS aos 16 meses de colheita, respectivamente.

Costa (2018) obteve valores de 152,7 g kg⁻¹ 18 meses⁻¹ para teor de proteína bruta (PB), 364,4 g kg⁻¹ 18 meses⁻¹ para fibra em detergente neutro, e 610,3 g kg⁻¹ 18 meses⁻¹ para carboidratos totais da ‘Orelha de Elefante Mexicana’. Ambos os teores foram obtidos ao aplicar 600 de N ha⁻¹ por meio da fertirrigação, para esta mesma quantidade de adubo, obteve valores de 141,6 e 136,0 g kg⁻¹ 18 meses⁻¹ de PB, 365,1 e 273,3 g kg⁻¹ 18 meses⁻¹ de fibra detergente neutro e 605,7 e 618,4 g kg⁻¹ 18 meses⁻¹ de carboidratos totais para as cultivares ‘Baiana’ e ‘Miúda’,

respectivamente, ambas *N. cochenillifera* Salm Dyck. Lemos et al. (2018) obtiveram valores de 0,36 e 22 g kg⁻¹ 375⁻¹, respectivamente, para fósforo (P) e potássio (K), com irrigação de efluentes de esgoto, na quantidade de 3,5 mm, enquanto Alves (2015) encontrou valores de 72,0; 7,4 e 43,0 g kg⁻¹ 36 meses⁻¹, e adubada com 20 Mg ha⁻¹ 30 dias após a implantação do experimento, respectivamente para PB, P e K.

Silva (2017) observou estudando histomorfometria do epitélio ruminal e reticular de ovinos alimentados com palma forrageira, a composição de 117,0; 889,0; 110,7; 59,7; 30,7; 285,8; 125,5; 117,8; 798,9; 555,7; 0,05; 2,6 g kg⁻¹, respectivamente, para matéria seca, matéria orgânica, matéria mineral, proteína bruta, estrato etéreo, fibra detergente neutro, fibra detergente ácido, hemicelulose, carboidratos totais, carboidratos não fibrosos, ácido cianídrico e oxalatos totais da palma ‘Orelha de Elefante Mexicana’ utilizada na dieta.

Estudos realizados por Silva et al. (2018) e Monteiro et al. (2018) verificaram a possibilidade de substituir a palma ‘Miúda’ pela ‘Orelha de Elefante Mexicana’ na dieta de vacas leiteiras, sem haver efeito na produção de leite diária dos animais, tanto com 3,5% como com 4% de gordura. Esses estudos demonstram ser a ‘Orelha de elefante Mexicana’ uma possível opção para a alimentação dos ruminantes da bacia leiteira de Pernambuco, em substituição às cultivares de palma dizimadas pela cochonilha do carmim.

A palma ‘Orelha de Elefante Mexicana’, segundo Rocha (2012), resultou em maior relação entre ácidos graxos insaturados (Benéfico à saúde humana) e ácidos saturados (Nocivo à saúde humana) no leite, e menor quantidade de ácido palmítico. Este ácido graxo saturado é associado a problemas cardíacos e maior proporção de ácido esteárico. Este, apesar de ser saturado, não tem se relacionado a algum problema de saúde e maior proporção de ácidos graxos desejáveis, correlacionados a maior saúde de pessoas que consomem leite.

1.4. Adubação orgânica em palma forrageira

A matéria orgânica do solo é sua base de fertilidade natural, bem como importante para a sua estrutura (REGO et al., 2014), visto que, por meio de mineralização, há o fornecimento dos minerais essenciais do solo (DUBEUX JR. et al., 2010).

O efeito da adubação orgânica nos solos do semiárido é relevante do ponto de vista de melhoria da estrutura física, de maneira que a resposta da palma forrageira a este tipo de prática é extremamente significativa, sobretudo quando associada à adubação química. As cultivares de palma Gigante respondem ao aumento dos níveis de matéria orgânica aplicados, com maior número de cladódios, maior comprimento e largura de cladódios e maior altura de plantas (BARROS et al., 2016).

Resultados de maior número de cladódios foram encontrados por Padilha et al. (2016), ao adubarem a palma ‘Gigante’ com esterco bovino os valores variaram de 12 cladódios, quando a planta não foi adubada, e de 22 cladódios aos 650 dias de plantio, quando as plantas receberam o nível de $90 \text{ Mg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ de esterco bovino. Esse comportamento também foi observado por Donato et al. (2014a), estudando a mesma cultivar, com o número de cladódios variando de 16,9, sem adubação, para 25,2, aos 600 dias de plantio, quando aplicado o nível de $90 \text{ Mg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ de esterco bovino.

E estudo realizado por Souza (2015) registrou aumento do número de cladódios da palma cultivar Miúda com o aumento da adubação orgânica. A planta respondeu de forma quadrática, obtendo máxima resposta de 24,6 cladódios com a adubação de $27,7 \text{ Mg ha}^{-1} \text{ MO ano}^{-1}$, como também observou maior comprimento e largura de cladódios e altura de plantas.

Barros et al. (2016) observaram efeito quadrático para o comprimento de cladódios da palma ‘Gigante’, em resposta à aplicação de níveis crescentes da adubação orgânica, registrando valores de 27,5 e 32,9 cm aos 330 dias, respectivamente, para o tratamento sem adubo, e $66 \text{ Mg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ de esterco bovino. Esses autores também observaram efeito linear da adubação orgânica para a largura de cladódios, com aumentos de 0,02 cm de largura a cada $\text{Mg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ aplicado. Ramos et al. (2015) observaram aumento de 4 Mg ha^{-1} nas parcelas sem adubação, para $20,2 \text{ Mg ha}^{-1}$ de matéria seca com $20 \text{ Mg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ de esterco caprino aplicado, após 12 meses do plantio, em Soledade-PB.

O ganho em produtividade da palma com a adubação orgânica também foi relatado por Silva et al. (2016a), estudando níveis de esterco bovino em palma ‘IPA-20’ (*Opuntia ficus-indica* Mill), com colheita bienal, em Caruaru-PE. Os autores observaram que, na adubação com $40 \text{ Mg ha}^{-1} \text{ 2 anos}^{-1}$, a produção de matéria seca aumentou linearmente até a densidade 160.000 plantas/ha, apresentando produção de $4,7 \text{ Mg ha}^{-1} \text{ 2 anos}^{-1}$ com 20.000 plantas e, $112 \text{ Mg ha}^{-1} \text{ 2 anos}^{-1}$, com 160.000 plantas. De acordo com Santos et al. (2013), a palma ‘Orelha de Elefante Mexicana’ responde à adubação orgânica, produzindo próximo de $70 \text{ Mg ha}^{-1} \text{ 2 anos}^{-1}$ de matéria seca, quando adubada com $60 \text{ Mg de MO ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$, provenientes do esterco bovino.

Para os componentes nutricionais, a adubação orgânica crescente tende a reduzir a concentração de matéria seca e aumentar a concentração de PB. Donato et al. (2014b) observaram comportamento ascendente da concentração de PB com o aumento dos níveis da adubação orgânica em palma ‘Gigante’, apresentando valores de $95,0 \text{ g kg}^{-1}$ 600 dias⁻¹, quando não adubado, alcançando 120 g kg^{-1} na adubação de $90 \text{ Mg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ de esterco bovino.

Já com relação às concentrações de minerais, Donato et al. (2016) observaram aumentos lineares das concentrações de P e K, e quadrático das concentrações de cálcio e magnésio, com o aumento das doses de esterco bovino, na palma Gigante. Dubeux et al. (2013) observaram o aumento das raízes da palma ‘Gigante’ pela adição de esterco, resultando em maior persistência da planta e na tolerância à seca, permitindo uma maior sobrevivência nas condições da região Semiárida.

Como pode ser observada nesta revisão, a adubação orgânica constitui papel importante na cultura da palma, mas, segundo Dubeux Jr. e Santos (2005), tem como fator limitante quantidades suficientes para maiores produtividades nas propriedades e mão de obra para sua aplicação, além de poder causar mortalidade acentuada por *Fusarium sp.*

1.5. Adubação nitrogenada em palma forrageira

A adubação mineral tem a capacidade de repor os nutrientes extraídos do solo de forma rápida e prontamente assimilável pelas plantas (DIAS; FERNANDES, 2006), sendo o nitrogênio importante por fazer parte da composição de diversas moléculas orgânicas das plantas, além de ser o principal controlador dos processos fotossintéticos.

Esse elemento pode ter sua disponibilidade para as plantas afetadas, caso as adubações sejam desequilibradas, pois a adubação com níveis mais elevados de P diminui o conteúdo de nitrogênio na palma forrageira (DUBEUX JR. et al., 2010). A adubação fosfatada, quando ocorre de forma sinérgica à adubação nitrogenada, favorece a absorção de ambos os elementos, não havendo eficiência na absorção, quando da deficiência de um dos componentes (SILVA et al., 2013).

O nitrogênio associado de forma equilibrada ao P e K favorece as características morfológicas da palma, contribuindo para um maior número de cladódios, maior altura e largura de plantas (SILVA et al., 2016b). Padilha et al. (2016) demonstraram aumentos consideráveis na produção de matéria seca da palma, passando de 8,9 Mg ha⁻¹, no tratamento sem adubação, para 16,5 Mg ha⁻¹, com aplicação de 300; 300 e 600 kg ha⁻¹ de nitrogênio, P e K, respectivamente.

Souza et al. (2017), estudando a produtividade de palma ‘Miúda’ em diferentes densidades e níveis de adubação nitrogenada em Caruaru-PE, observaram aumentos lineares da produção de matéria seca com incremento da adubação nitrogenada, com valores passando de 13,8 Mg de matéria seca ha⁻¹ 2 anos⁻¹, sem adubação, para 19,8 Mg de matéria seca ha⁻¹ 2 anos⁻¹, com 600 kg de nitrogênio ha⁻¹ ano⁻¹.

A adubação nitrogenada associada à adubação fosfatada pode ocasionar diminuição no teor de MS, devido ao fato de promover o aparecimento de novos tecidos, em que estes possuem menores proporções de tecidos estruturais, parede celular pouco espessa e elevado teor de água, além de elevação do conteúdo de PB, em função da maior absorção de N, elevando, assim, o teor de PB (SILVA et al., 2013).

No caso dos teores da fibra detergente neutro (FDN), há relatos de variações lineares e quadráticas em resposta a níveis crescentes de adubação química, conforme observado por Costa (2018). O autor demonstrou resposta quadrática para a cultivar ‘Miúda’ e linear crescente para a ‘Orelha de elefante mexicana’, com valores de adubação nitrogenada de até 600 kg ha⁻¹ de nitrogênio via fertirrigação, aos 18 meses de crescimento.

A adubação química tem como fator limitante os preços altos para o nível socioeconômico dos produtores das regiões do Agreste e Sertão de Pernambuco e adicionar apenas os principais elementos (NPK) (DUBEUX; SANTOS, 2005).

1.6. Frequência de colheita

A frequência de colheita normalmente exerce influência nas respostas morfológicas, produtivas e nutricionais da palma forrageira, de forma que colheitas mais tardias ou em intervalos maiores promovem plantas mais altas e mais largas, com maior número, comprimento, largura e espessura dos cladódios, características estas que refletem em maiores produções e mudanças na composição química desta forrageira (GOMES et al., 2018). Estes autores, avaliando palma colhida anualmente e bienalmente, verificaram, respectivamente, 136,0 e 186,1 g kg⁻¹ de MS nos cladódios primários; 148,3 e 180,6 g kg⁻¹ de matéria seca nos cladódios secundários; 63,8 e 40,9 g kg⁻¹ de PB nos cladódios primários; 78,7 e 46,0 g kg⁻¹ de PB nos cladódios secundários; 294,4 e 347,8 g kg⁻¹ da FDN nos cladódios primários e 258,8 e 291,1 g kg⁻¹ da FDN nos cladódios secundários.

Neste contexto, o teor de MS em palma forrageira varia de acordo com a idade da planta e ordem dos cladódios, os quais apresentam menores teores de matéria seca quando jovens, por apresentarem tecidos estruturais em menor proporção e com paredes celulares menos espessas (BARROS et al., 2016).

Rocha et al. (2017) estudaram as cultivares Miúda, Orelha de Elefante Mexicana e IPA20 sob efeito de intervalos de corte e irrigação complementar e observaram produtividade de matéria seca de 9,8; 20,1; 12,1 Mg ha⁻¹ para o intervalo de quatro meses e 46,1; 91,7 e 52 Mg ha⁻¹ de matéria seca, após 16 meses, respectivamente, para as cultivares mencionadas.

Para o teor de PB, nas frequências anuais as plantas tenderam a apresentar maiores valores médios, em relação às bienais, o que pode estar relacionado à idade dos brotos. Com um ano de crescimento, os brotos ainda se encontram-se jovens e tenros (DONATO et al., 2014b), enquanto que com dois anos, eles já se encontram mais próximos da maturidade (SILVA et al., 2010) e, portanto, com menor proporção de conteúdo de água em relação à matéria seca (SILVA et al., 2019).

Comportamento semelhante pode ocorrer com os teores de K desta cultura, os quais podem diminuir quando esta é colhida mais tardiamente. Souza (2015) obteve 25,6 a 68 g kg⁻¹ de Kem palma colhida anualmente, respectivamente, para os tratamentos testemunha e adubação de 30 Mg ha⁻¹ ano⁻¹ de matéria orgânica de esterco bovino, e 23,2 e 41,6 g kg⁻¹ de potássio em palma colhida aos dois anos, respectivamente, para testemunha e com 30 Mg ha⁻¹ ano⁻¹.

2. REFERÊNCIAS

- AHUMADA, M.L.; TRILLO, C. Diversidad de especies naturalizadas del género *Opuntia* (Cactaceae) utilizadas por los pobladores del norte de Córdoba (Argentina). **Boletín de La Sociedad Argentina de Botánica**, v.52, p. 1851-2372, 2017.
- ALVES, F.A.L. **Variabilidade genética, morfológica e fitoquímica de genótipos de *Opuntia eNopalea***. 2015. 205 f. Tese (Doutorado em Agronomia: Área de Concentração em Agronomia) – Universidade Federal Paraíba, Areia, 2015.
- ANDRADE, A.P.; COSTA, R.G.; SANTOS, E.M.; SILVA, D.S. Produção animal no semiárido: o desafio de disponibilizar forragem, em quantidade e com qualidade, na estação seca. **Tecnologia & Ciência Agropecuária**, v.4, p.01-14, 2010.
- BARBERA, G. History, economic and agro-ecological importance. *In*: BARBERA, G.; INGLESE, P. and PIMIENTA-BARRIOS, E. (eds). Agro-ecology, cultivation and uses of cactus pear. **FAO Plant Production and Protection Paper**, 1995, v.132, cap.1, p.1-11.
- BARROS, J.L.; DONATO, S.L.R.; GOMES, V.M.; DONATO, P.E.R.; SILVA, J.A.; PADILHA, M.C. Palma forrageira ‘Gigante’ cultivada com adubação orgânica. **Revista Agrotecnologia**, v.7, p.53-65, 2016.
- BEZERRA, B.G.; ARAÚJO, J.S.; PEREIRA, D.D.; LAURENTINO, G.Q.; SILVA, L.L. Zoneamento agroclimático da palma forrageira (*Opuntia* sp.) para o estado da Paraíba. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.18, p.755–761, 2014.
- COSTA, P.S. **Composição bromatológica de variedades de palma forrageira fertirrigadas com nitrogênio no semiárido brasileiro**. 2018. 60p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Universidade Federal de Campina Grande, Patos, PB.
- DIAS, V.P.; FERNANDES, E. **Fertilizantes: uma visão global sintética**. BNDES Setorial, p. 97-138, 2006.
- DOMINGUES, O. **Origem e introdução da palma forrageira no Nordeste**. Recife, Instituto Joaquim Nabuco de Pesquisa Sociais, 1963. s.p.
- 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, p.1083-1088, 2016.
- 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, p.151-158, 2014a.
- DONATO, P.E.R.; PIRES, A.J.V.; DONATO, S.L.R.; SILVA, J.A.; AQUINO, A.A. Valor nutritivo da palma forrageira ‘Gigante’ cultivada sob diferentes espaçamentos e doses de esterco bovino. **Revista Caatinga**, v.27, p.163 -172, 2014b.

DUBEUX JR, J.C.B.; ARAÚJO FILHO, J.T.; SANTOS, M.V.F.; LIRA, M.A.; SANTOS, D.C.; PESSOA, R.A.S. Adubação mineral no crescimento e composição mineral da palma forrageira – Clone IPA-20. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 5, p. 129-135, 2010.

DUBEUX, JR, J.C.B.; SALEM, H.B; NEFZAOU, A. Producción y utilización de nopalforrajero en la nutrición animal. In: INGLESE, P.; MONDRAGON, C.; NEFZAOU, A.; SAENZ, C. (Eds.). **Crop ecology, cultivation and uses of cactus pear**. Rome: Published by the Food and Agriculture Organization of the United Nations and the International Center for Agricultural Research in the Dry Areas. Rome, 2018, v.1, cap.7, p.77-96.

DUBEUX, JR, J.C.B.; SANTOS, M.V.F. Exigências nutricionais da palma forrageira. In: MENEZES, R.S.C.; SIMÕES, D.A.; SAMPAIO, E.V.S.B. (Eds). **A palma no Nordeste do Brasil conhecimento atual e novas perspectivas de uso**. 2. ed. Recife: Editora universitária da UFPE, 2005. p.13-25.

DUBEUX JR., J.C.B.; SANTOS, M.V.F.; MELLO, A. C. L.; CUNHA, M.V.; FERREIRA, M.A.; SANTOS, D.C.; LIRA, M.A.; SILVA, M.C. Forage potential of cactus dry lands. **Acta Horticulturae (ISHS)**, v.1067, p.181-186, 2015.

DUBEUX JR., J.C.B., SILVA, N.G.M., SANTOS, M.V.F., CUNHA, M.V., SANTOS, D.C., LIRA, M.A., MELLO, A.C.L. PINTO, M.S.C. Organic fertilization and plant population affect shoot and root biomass of forage cactus pear (*Opuntia ficus-indica* Mill.). **Acta Hort.** V.995, p.221-224, 2013.

DUQUE, J.G. **O Nordeste e as lavouras xerófilas**. 4a ed. - Fortaleza: Banco do Nordeste do Brasil, 2004. 330 p.

FERRARI JÚNIOR., E.; POSSENTI, R.A.; LIMA, M.L.P.; NOGUEIRA, J.R.; ANDRADE, J.B. Características, composição química e qualidade de silagens de oito cultivares de milho. **Boletim de Indústria Animal**, v. 62, n. 1, p. 19-27, 2005.

FERRAZ, A.P.F.; ARRUDA, D.M.P; MELLO, A.C.L. Pragas e Doenças. In: LIRA, M.A. (Ed.). Palma forrageira: cultivo e usos. **Cadernos do Semiárido: riquezas e oportunidades**, 7. CREA-PE, 2017a. p.3947. Disponível em: [HTTP://www.creape.org.br/portal/wpcontent/uploads/2016/11/Caderno-7.pdf](http://www.creape.org.br/portal/wpcontent/uploads/2016/11/Caderno-7.pdf).

FERREIRA, M.A.; SILVA, F.M.; BISPO, S.V.; AZEVEDO, M. Strategies for the supplementation of dairy cows in the Brazilian semi-arid. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, p.322-329, 2009.

GALLEGOS-VÁZQUEZ, C.J.; CERVANTES-HERRERA, J.; BARRIENTOS-PRIEGO, A. F. **Manual gráfico para la descripción varietal del nopal tunero y xoconostle** (*Opuntia* spp.). Chapingo, México, Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas – Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SNICS – SAGARPA) y la Universidad Autónoma Chapingo (UACH), 2005. 116 p.

GOMES, G.M.F.; CÂNDIDO, M.J.D.; LOPES, M.N.; MARANHÃO, T.D.; ANDRADE, D.R.; COSTA, J.F.M.; SILVEIRA, W.M.; NEIVA, J.N.M. Chemical composition of cactus pear cladodes under different fertilization and harvesting managements. **Pesquisa Agropecuária brasileira**, v.53, p.221-228, 2018.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Censo agropecuário, dados preliminares**. IBGE, 2017. Disponível em: https://censoagro2017.ibge.gov.br/templates/censo_agro/resultadosagro/agricultura.html?localidade=0&tema=7658. Acesso em: 25 dez. 2018.

LEITE, J.R.A.; SALES, E.C.J.; MONÇÃO, F.P.; GUIMARÃES, A.S.; RIGUEIRA, J.P.S.; GOMES, V.M. Nopalea cactus pear fertilized with nitrogen: morphometric, productive and nutritional characteristics. **Acta scientiarum Animal Sciences**, v.40, p.2-8, 2018.

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

LEMOES, M.; FERREIRA NETO, M.; MEDEIROS, J. F.; DIAS, N. DA S; SILVA, Ê.F.F.; LIRA, R.B. Nutritional evaluation of forage cactus fertilized with domestic sewage effluent. **Revista Caatinga**, v.31, p.476 – 486, 2018.

LIRA, M. A.; FARIAS, I.; SANTOS, D.C.; DUBEUX, J.C.B; MELLO, A.C.L; SANTOS, M.V.F. Cactus forage and semiarid sustainability. **Acta Horticulturae**, v. 811, p. 327-331. 2009.

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 *Dactylopus opuntiae*. **Animal Production Science**, v. 59, p.479-485, 2018.

NUÑEZ-LÓPEZ MA, PAREDES-LÓPEZ O, REYNOSO-CAMACHO R. Functional and hypoglycemic properties of nopal cladodes (*O. ficus-indica*) at different maturity stages using in vitro and in vivo tests. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.61, p.10981-10986, 2013.

OCHOA, M.J.; BARBERA, G. History and economic and agro-ecological importance. In: INGLESE, P.; MONDRAGON, C.; NEFZAOU, A.; SAENZ, C. (Eds.). **Crop ecology, cultivation and uses of cactus pear**. Rome: Published by the Food and Agriculture Organization of the United Nations and the International Center for Agricultural Research in the Dry Areas. Rome, 2018, v.1, cap.1, p.1-11.

OLIVEIRA JÚNIOR, G.N. **Enriquecimento nutricional da mistura de bagaço de caju (*Anacardium occidentale* L.) e brotos de palma (*Nopalea cochenilifera* Salm-Dyck) por processos biotecnológicos para uso na alimentação humana**. 2015. 76p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Universidade Federal de Campina Grande, Pombal, PB.

OLIVEIRA, V.S.; FERREIRA, M.A.; GUIM, A.; MODESTO, E.C.; ARNAUD, B.C.; 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, 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 de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v.11, p.67-72, 2016.

RAMOS, J.P.F.; SANTOS, E.M.; CRUZ, G.R.B.; PINHO, R.M.A.; FREITAS, P.M.D. Effects of harvest management and manure level on cactus pear productivity. **Revista Caatinga**, v.28, p.135-142, 2015.

REGO, M.M.T.; LIMA, G.F.C.; SILVA, J.G.M.; GUEDES, F.X.; DANTAS, F.D.G.; LOBO, R.N.B. Morfologia e rendimento de biomassa da palma miúda irrigada sob doses de adubação orgânica e intensidades de corte. **Revista Científica de Produção Animal**, v.16, p.118-130, 2014.

ROCHA FILHO, R.R. **Palma Gigante e genótipos resistentes à cochonilha do carmim em dietas para ruminantes**. 2012. 87p. Tese (Doutorado Integrado em Zootecnia) – Universidade Federal Rural de Pernambuco / Universidade Federal da Paraíba / Universidade Federal do Ceará, Recife.

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, p.363-371, 2017.

SANTIAGO-LORENZO, M.R.; LÓPEZ-JIMÉNEZ, A.; SAUCEDO-VELOZ, C.; CORTÉS-FLORES, J.I.; JAÉN-CONTRERAS, D.; SUÁREZ-ESPINOSA, J. Composición nutricional del nopal verdura producido con fertilización mineral y orgánica. **Revista Fitotecnia Mexicana**, Vol. 39, 403 - 407, 2016.

SANTOS, D.C.; SILVA, M.C.; ALVES, F.A.L.; FREITAS, E.V. Botânica e cultivares. In: DONATO; Sérgio Luiz Rodrigues; RODRIGUES, Maria Geralda Vilela. **Palma Forrageira do plantio à colheita**. 22 ed. Belo Horizonte: EPAMIG, 2020, v.01, cap.2, p. 21-41.

SANTOS, D.C.; SILVA, M.C.; DUBEUX JÚNIOR, J.C.B.; LIRA, M.A.; SILVA, R.M. Estratégias para uso de cactáceas em Zonas Semiáridas: Novas Cultivares e Uso Sustentável das Espécies Nativas. **Revista Científica de Produção Animal**, v.15, p.111-121, 2013.

SILVA, A.L.; SOUSA, D.B.; AMORIM, D.S.; SANTOS, M.S.; SILVA, K.B.; NASCIMENTO, R.R. Caracterização morfológica, frequência de colheita e ensilagem de palma forrageira: uma revisão. **Nucleus Animalium**, v.11, p.13-24, 2019.

SILVA, J.A.; BONOMO, P.; DONATO, S.L.R.; PIRES, A.J.V.; SILVA, F.F.; DONATO, P.E.R. Composição bromatológica de cladódios de palma forrageira sob diferentes espaçamentos e adubações químicas. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.8, p.342-350, 2013.

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

SILVA, N.G.M.; SANTOS, M.V.F. DOS; DUBEUX JR., J.C.B.; CUNHA, M.V.; LIRA, M.A.; FERRAZ, I. Effects of planting density and organic fertilization doses on productive efficiency of cactus pear. **Revista Caatinga**, v.29, p. 976-983, 2016a.

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

SILVA, R.C., FERREIRA, M.A.; OLIVEIRA, J.C.V.; SANTOS, D.C.; GAMA, M.A.S.; CHAGAS, J. C.C.; PEREIRA, L.G.R. Orelha de Elefante Mexicana (*Opuntia stricta* [Haw.] Haw.) spineless cactus as an option in crossbred dairy cattle diet. **South African Journal of Animal Science**, v. 48, p.516-525, 2018.

SILVA, T.G.F.; PRIMO, J.T.A.; 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, p.10-18, 2015.

SILVA, T.G.P. **Histomorfometria do epitélio ruminal e reticular de ovinos alimentados com dietas baseadas em palma forrageira**. 2017. 59p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Universidade Federal Rural de Pernambuco.

SIMÕES, D.A.; SANTOS, D.C.; DIAS, F.M. Fisiologia da palma. In: MENEZES, R.S.C.; SIMÕES, D.A.; SAMPAIO, E.V.S.B. (Eds). **A palma no Nordeste do Brasil conhecimento atual e novas perspectivas de uso**. 2. ed. Recife: Editora universitária da UFPE, 2005. p.13-25.

SOUZA, T.C. **Sistemas de cultivo para a palma forrageira cv. Miúda** (*Nopalea cochenillifera* Salm Dyck). 2015. 119p. Tese (Doutorado Integrado em Zootecnia) – Universidade Federal Rural de Pernambuco / Universidade Federal da Paraíba / Universidade Federal do Ceará, Recife.

SOUZA, T.C.; SANTOS, M.V.F.; DUBEUX JÚNIOR, J.C.B.; LIRA, M.A.; SANTOS, D.C.; CUNHA, M.V.; LIMA, L.E.; SILVA, R.R. Productivity and nutrient concentration in spineless cactus under different fertilizations and plant densities. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.12, p.555-560, 2017.

CAPÍTULO 2

**Aspectos morfológicos e produtivos da palma forrageira ‘Orelha de Elefante Mexicana’
(*Opuntia stricta* Haw) sob diferentes sistemas de cultivo**

**Aspectos morfológicos e produtivos da palma forrageira ‘Orelha de Elefante Mexicana’
(*Opuntia stricta* Haw) sob diferentes sistemas de cultivo**

RESUMO-A avaliação de variáveis morfológicas e produção de matéria seca da palma permite avaliar o crescimento e desenvolvimento da cultura. O objetivo deste trabalho foi avaliar características morfológicas e produtivas da palma ‘Orelha de Elefante Mexicana’ sob o efeito de adubação orgânica, adubação nitrogenada e frequências de colheita. O delineamento experimental foi blocos ao acaso, em parcelas subdivididas e quatro repetições. As parcelas foram formadas por quatro níveis de matéria orgânica (M.O.) (0, 10, 20 e 30 Mg de M.O. ha⁻¹ ano⁻¹), as subparcelas por quatro níveis de adubação nitrogenada (0, 120, 240, 360 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de N) e, as subsubparcelas, por duas frequências de colheita (anual e bienal). Foram realizadas duas colheitas anuais e uma bienal, entre os anos de 2016, 2017. Não houve efeito da adubação nitrogenada para todas as características avaliadas. Adubação orgânica e a frequência de colheita afetaram, de forma isolada, os números de cladódios primários e totais. Foi observado efeito quadrático para o comprimento de cladódios primários em resposta a adubação orgânica, com valor máximo de 39,4 cm, com 28,1 Mg ha⁻¹ ano⁻¹, além de efeito da frequência de cortes sobre o comprimento de cladódios primários, com 34,1 cm na frequência anual e 36,5 cm, na bienal. A largura de cladódios primários, a altura de plantas e o índice de área de cladódio (IAC) sofreram efeito da adubação orgânica, com comportamento quadrático, e da frequência de colheita. Os valores médios de largura foram 19,1 cm, com 27,1 Mg ha⁻¹ ano⁻¹ de M.O., 16,6 cm, na frequência anual e, 18,6 cm, na bienal, os valores médios de altura foram 46,9 cm, na ausência de adubação, altura máxima (72,4 cm) com 24,3 Mg de M.O. ha⁻¹ ano⁻¹, além de 61,1 e 65,4 cm, respectivamente na frequência anual e bienal, enquanto que os valores médios de IAC foram 2,4 na adubação de 29,8 Mg ha⁻¹ de M.O. ano⁻¹ e 14 e 18 mm, respectivamente na frequência anual e bienal. Foi observada resposta quadrática para a produção de matéria seca total, com produção de 49,2 Mg ha⁻¹ 2 anos⁻¹ na adubação de 30 Mg MO ha⁻¹ ano⁻¹, e 27,2 e 35,9 Mg de MSha⁻¹, respectivamente nas frequências anual e bienal. Os maiores crescimentos de cladódios e de plantas promovido pela aplicação de adubo orgânico, eleva a produtividade da palma ‘Orelha de Elefante Mexicana’, com maior valor no nível de 30 Mg ha⁻¹ ano⁻¹. Colheita bienal promove maior produtividade da palma forrageira ‘Orelha de Elefante Mexicana’.

Palavras-chave: Adubação; Cactácea; Matéria orgânica; Morfometria, Semiárido.

**Morphological and productive aspects of the cactus pear ‘Orelha de Elefante Mexicana’
(*Opuntia stricta* Haw) under different cultivation systems**

ABSTRACT - The evaluation of morphological variables and dry matter production of the palm allows to evaluate the growth and development of the crop. The objective of this work was to evaluate the morphological and productive characteristics of the cactus pear 'Orelha de Elefante Mexicana' under the effect of organic fertilization, nitrogen fertilization and harvest frequencies. The experimental design was randomized blocks, in sub-divided plots and four replications. The plants were submitted to four levels of organic matter (0, 10, 20 and 30 Mg ha⁻¹ year⁻¹) forming the main plot, four levels of nitrogen fertilization (0, 120, 240, 360 kg ha⁻¹ year⁻¹ of nitrogen), forming the sub-plot and the two harvest frequency (annual and biennial), forming the sub-sub-plot. Two annual harvests and one biennial were carried out between the years 2016 and 2017. There was no effect of nitrogen fertilization for all evaluated characteristics. Organic fertilization and harvest frequency affected the numbers of primary and total cladodes in isolation. A quadratic effect was observed for the length of primary cladodes in response to organic fertilization, with a maximum value of 39.4 cm, with 28.1 Mg ha⁻¹ year⁻¹, in addition to the effect of the frequency of cuts on the length of primary cladodes. , with 34.1 cm in the annual frequency and 36.5 cm, in the biennial. The width of primary cladodes, the height of plants and the cladode area index (IAC) were affected by organic fertilization, with quadratic behavior, and the frequency of harvest. The average values of width were 19.1 cm, with 27.1 Mg ha⁻¹ year⁻¹ of OM, 16.6 cm, in the annual frequency and, 18.6 cm, in the biennial, the average values of height were 46 , 9 cm, in the absence of fertilization, maximum height (72.4 cm) with 24.3 Mg MO ha⁻¹ year⁻¹, in addition to 61.1 and 65.4 cm, respectively in the annual and biennial frequency, while the mean IAC values were 2.4 in the fertilization of 29.8 Mg ha⁻¹ of OM year⁻¹ and 14 and 18 mm, respectively at annual and biennial frequency. A quadratic response was observed for the production of total dry matter, with a production of 49.2 Mg ha⁻¹ in the fertilization of 30 Mg MO ha⁻¹ year⁻¹, and 27.2 and 35.9 Mg of DM ha⁻¹, respectively in annual and biennial frequencies. The higher growth of cladodes and plants promoted by the application of organic fertilizer, raises the productivity of the palm 'Orelha de Elefante Mexicana', with the highest value at the level of 30 Mg ha⁻¹ year⁻¹. Biennial harvest promotes greater productivity of forage palm 'Orelha de Elefante Mexicana'.

Key words: Fertilization, Cactacea, Organic matter, Morphometry, Semiarid.

1. INTRODUÇÃO

O Semiárido brasileiro possui uma área de 982,6 km² e ocupa a maioria dos estados do Nordeste, além do norte de Minas Gerais. A maioria dos rebanhos do Nordeste se encontra nessa região, reunindo cerca de 8,9 milhões de caprinos; 11,6 milhões de ovinos e quase 30 milhões de bovinos (IBGE, 2015, 2018), que tem como característica a irregular distribuição de chuvas, ficando os registros de seus índices pluviométricos, a depender da localidade, entre 250 a 1.030 mm, que, associados a uma evapotranspiração potencial média de 2.000 mm ano¹, geram déficit hídrico ao longo do período. A vegetação nativa é a caatinga, que produz 4 Mg de matéria seca ha⁻¹ano⁻¹, mas apenas 10% é de uso forrageiro (PEREIRA FILHO et al., 2013). A economia dessa região é baseada na agricultura de subsistência e pecuária em propriedades de pequeno porte (LEITE et al., 2014). No período chuvoso, o estrato herbáceo, formado em sua maioria por gramíneas e leguminosas, perfaz mais de 80% da dieta dos animais; ao período seco do ano, eles se alimentam das folhas secas das árvores, quando essas caem no solo, no entanto, apresentam baixo valor nutritivo (ANDRADE et al., 2010).

A região do Agreste de Pernambuco é uma importante bacia leiteira do estado, a qual vem enfrentando problemas de reduções drásticas dos palméis, em virtude de infestações com a cochonilha do carmim [*Dactylopius opuntiae* (Cockerell)], que dizimou as áreas cultivadas com a espécie *Opuntia ficus indica* (Mill) ('Redonda', 'Gigante' e 'IPA-20'). Atualmente, as cultivares Miúda e IPA Sertânia, ambas da espécie *Nopalea cochenillifera* (Salm Dyck), além da 'Orelha de Elefante Mexicana', da espécie *Opuntia stricta* Haw são recomendadas para estabelecimento de novos palméis, pois são resistentes a essa praga (SANTOS et al., 2013).

O cultivo e a utilização dessas novas cultivares de palma têm demandado pesquisas sobre adaptabilidade a diferentes ambientes do Semiárido, bem como sobre definição e recomendação de adequadas práticas de manejo, principalmente no que se refere a densidades de plantio, exigências nutricionais, fertilização, frequência e intensidade de colheita, dentre outras. A falta de adubação tende a promover reduzida taxa de crescimento da palma, enquanto a adubação orgânica associada à química (N, P e K) em níveis crescentes promove o aumento no comprimento e número de cladódios, elevando, assim, a produtividade (PADILHA JR. et al., 2016). Respostas produtivas desta natureza são conhecidas para as cultivares Gigante e Miúda (ALMEIDA et al., 2012; SILVA et al., 2016a).

No entanto, com relação à palma ‘Orelha de Elefante Mexicana’, poucos são os estudos relacionados aos sistemas de cultivo que retratam seu comportamento quando submetida a diferentes níveis e tipos de adubos, bem como de frequências de colheita.

Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar características morfológicas e produtivas da palma ‘Orelha de Elefante Mexicana’ sob adubação orgânica, adubação nitrogenada e frequências de colheita, na região de transição agreste/sertão de Pernambuco.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Estação Experimental do Instituto Agrônomo de Pernambuco (IPA), no período de outubro de 2016 a dezembro de 2018. A Estação fica localizada no município de Arcoverde-PE, latitude de 8° 25’ S, longitude 37° 02’ W, altitude de 750 m, precipitação pluvial média de 680 mm, solo Neossolo Regolítico, clima classificado por Thornthwaite como do tipo Dd’a’ (Semiárido megatérmico), vegetação caatinga hipoxerófila. As precipitações pluviométricas anuais no período de avaliação foram de 593,2 mm (2016), 651,5 mm (2017) e 626,9 mm (2018) (Figura 1; Tabela 1).

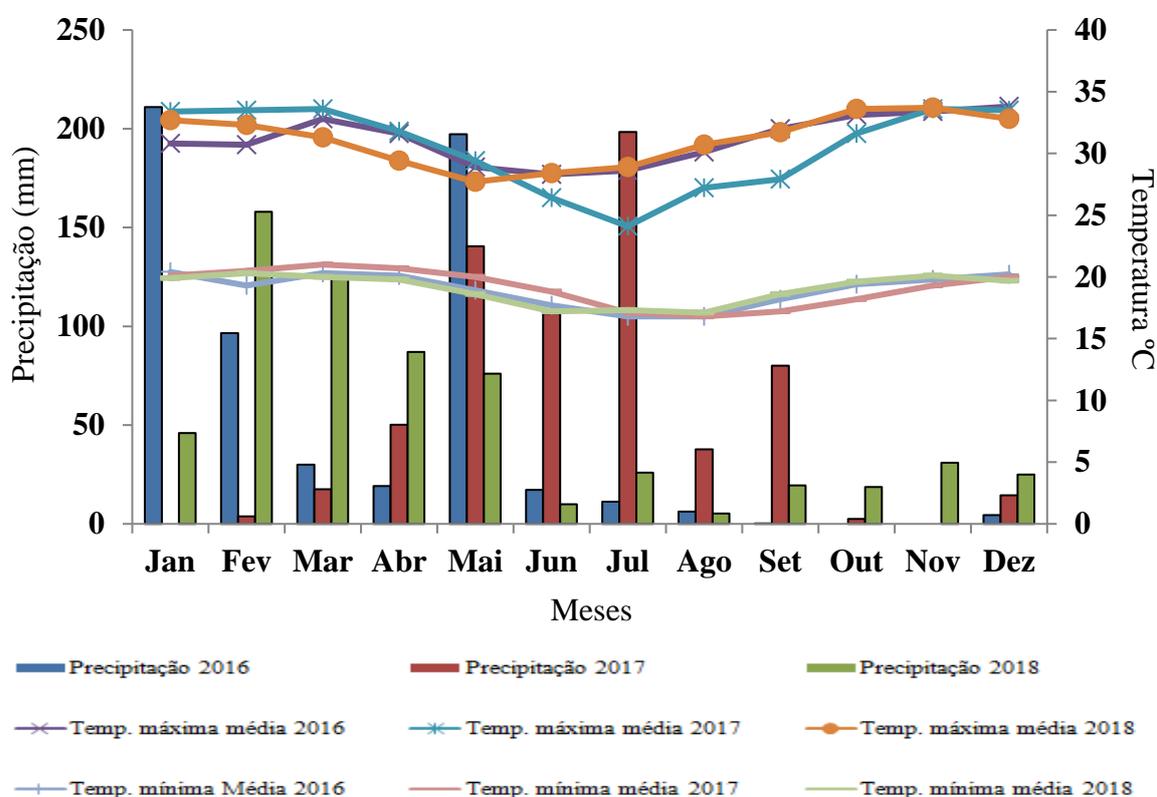


Figura 1. Precipitação, temperaturas máximas e mínimas na Estação experimental do IPA, Arcoverde-PE em 2016, 2017 e 2018. Fonte: INMET (2019).

Tabela 1. Histórico das precipitações durante o período experimental (anos de 2016 a 2018) em Arcoverde-PE

Ano	Mês	Dias com precipitação	Maior precipitação diária (mm)	Menor precipitação diária (mm)	Maior sequência sem precipitações (dias)	Dias com precipitações maiores e iguais a 10 mm
2016	Janeiro	14	59,0	2,5	6	6
2016	Fevereiro	4	39,0	15,0	13	4
2016	Março	3	21,5	3,0	11	1
2016	Abril	5	6,0	1,5	13	0
2016	Mai	10	60,0	3,0	6	4
2016	Junho	4	9,0	1,0	19	0
2016	Julho	1	3,0	3,0	22	0
2016	Agosto	2	6,0	0,5	23	0
2016	Setembro	0	0,0	0,0	30	0
2016	Outubro	0	0,0	0,0	31	0
2016	Novembro	0	0,0	0,0	30	0
2016	Dezembro	0	0,0	0,0	31	0
2017	Janeiro	0	0,0	0,0	31	0
2017	Fevereiro	1	2,0	2,0	20	0
2017	Março	3	14,0	3,0	13	1
2017	Abril	4	20,0	2,5	12	2
2017	Mai	10	48,5	1,0	11	3
2017	Junho	16	15,0	0,5	6	2
2017	Julho	28	21,0	0,2	1	6
2017	Agosto	6	8,0	1,0	16	0
2017	Setembro	11	13,5	1,5	7	2
2017	Outubro	0	0,0	0,0	31	0
2017	Novembro	0	0,0	0,0	30	0
2017	Dezembro	1	10,0	10,0	22	1
2018	Janeiro	5	18,0	4,5	7	4
2018	Fevereiro	4	75,0	19,5	11	4
2018	Março	6	54,0	1,0	14	3
2018	Abril	9	34,0	1,0	7	2
2018	Mai	13	20,0	0,5	7,0	2
2018	Junho	6	3,5	0,5	8,0	0
2018	Julho	5	10,5	0,5	14,0	1
2018	Agosto	0	0,0	0,0	31,0	0
2018	Setembro	2	19,5	1,0	20	1
2018	Outubro	3	10,5	7,0	16,0	1
2018	Novembro	2	22,5	3,0	26,0	1
2018	Dezembro	6	5,0	1,0	8,0	0

Fonte: IPA (2019).

Antes da implantação do experimento, em junho de 2011 foram retiradas amostras de solo para obtenção de uma amostra composta na profundidade de 0 a 20 cm. Essa amostra foi encaminhada ao Laboratório de Fertilidade de Solos da UFRPE para análise química, que demonstrou as seguintes componentes: Fe: 69,76 mg.dm⁻³; Cu: 0,58 mg.dm⁻³; Zn: 13,06 mg.dm⁻³; Mn: 109,17 mg.dm⁻³; P: 24,14 mg.dm⁻³; pH: 5,62; K: 0,22 cmol_c.dm⁻³; Na: 0,13 cmol_c.dm⁻³; Al: 0,05cmol_c.dm⁻³; Ca: 3,73cmol_c.dm⁻³; Mg: 0,86 cmol_c.dm⁻³. Desde a implantação, a área experimental vem sendo manejada conforme os tratamentos descritos a seguir.

O delineamento experimental foi feito em blocos ao acaso com arranjo de parcelas subdivididas, sendo avaliados na parcela principal (16,0 x 7,2 m) níveis de adubação orgânica (0, 10, 20 e 30 Mg de M.O. ha⁻¹ ano⁻¹), nas subparcelas (8,0 x 3,6 m), níveis de

adubação nitrogenada (0, 120, 240 e 360 kg N ha⁻¹ ano⁻¹) e, nas sub-subparcelas (4,0 x 3,6 m), duas frequências de colheita (anual e bienal), com quatro repetições, perfazendo um total de 128 unidades experimentais. A palma foi estabelecida no espaçamento de 1,8m entre linhas e 0,2m entre plantas. Cada unidade experimental foi formada por três filas de plantas, sendo a fila central a área útil e as duas laterais tidas como bordadura. Foram consideradas também como bordadura as duas plantas nas extremidades das filas centrais. Foram realizadas duas colheitas anuais, nos anos de 2016 e 2017, e uma bienal no ano de 2017.

As adubações foram feitas baseadas na matéria orgânica do esterco bovino, aplicadas uma vez ao ano e sempre após as colheitas, no período chuvoso, no mês de abril, para os anos de 2016, 2017 e 2018. As adubações nitrogenadas foram realizadas utilizando como fonte de N a ureia, divididas em duas aplicações no período chuvoso, uma em fevereiro e outra em maio, respectivamente, para os anos de 2016, 2017 e 2018. Essas adubações (orgânica e nitrogenada) vêm sendo feitas desde 2011.

As avaliações de características morfológicas ocorreram a cada 90 dias, nos meses de janeiro, abril, julho e outubro de 2018, quando se avaliou o número, comprimento, largura e espessura de cladódios, altura e largura de planta e Índice de área de cladódio (IAC). O comprimento e a largura de cladódios foram representados pelas maiores extensões em cada cladódio avaliado; a espessura do cladódio foi medida por meio de paquímetro digital alocado em sua parte central; a altura da planta foi obtida considerando o comprimento vertical tomado a partir da superfície do solo até o seu cladódio mais alto; a largura da planta foi considerada a distância horizontal medida entre os cladódios mais distantes no plano horizontal; com exceção da espessura, todas as mensurações foram realizadas utilizando uma fita métrica graduada (DONATO et al., 2014; SILVA et al., 2016b). Para as características de comprimento, largura e espessura de cladódios foram utilizados dois cladódios de cada ordem em duas plantas da área útil da parcela. Nestas mesmas plantas também foram realizadas as suas medidas de altura e largura.

O IAC foi estimado utilizando a seguinte fórmula de Silva et al. (2014):

$$IAC = \sum \frac{AC}{10000/(E1 * E2)} ;$$

Sendo:

$AC = \text{Área de cladódio} = 0,7086(1 - \exp(-0,000045765 \cdot CC \times LC)) / 0,000045765$, (fórmula específica para a ‘Orelha de Elefante Mexicana’);

$CC = \text{Comprimento de cladódio}$;

LC = Largura de cladódio;

10000 = 10.000 é o fator de conversão de cm^2 para m^2 ;

$E1 \times E2$ = é o espaçamento entre fileiras e plantas.

Para a análise de adubação orgânica, nitrogenada e frequências de colheita, navariável de crescimento, utilizou-se o ano de 2018 e para o efeito destes fatores na produção foi comparado o ano de 2017 (colheita bienal) com a soma das produções anuais de 2016 e 2017.

A produção de forragem foi obtida mediante a pesagem de todas as plantas da área útil das unidades experimentais, em quea massa verde, representada por uma amostra composta de 1 kg e proporcional a todas as ordens de cladódios, foi corrigida para matéria seca, por secagem em estufa de circulação forçada a 55°C , até peso constante, este atingido aproximadamente 72 horas depois (SILVA et al., 2015). As colheitas foram realizadas no mês de novembro de cada ano, preservando-se apenas o cladódio-mãe.

Os dados foram submetidos à análise de variância, utilizando-se o procedimento ProcMixed (em parcelas subdivididas), considerando como fator aleatório o bloco, e como fatores fixos a adubação orgânica, mineral, frequência, segundo a variável analisada. As médias, quando significativas, foram comparadas a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. Foi utilizado regressão quando os efeitos quantitativos foram significativos. O pacote estatístico utilizado foi o SAS (SAS, 2001). Quando o efeito de fatores quantitativos (adubação orgânica e nitrogenada) se apresentou significativo ($P < 0,05$) foram realizados contrastes ortogonais polinomiais.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não houve efeito da adubação nitrogenada ($P > 0,05$) para as características morfológicas. Estes resultados podem ser decorrentes da distribuição irregular das precipitações pluviométricas no período avaliado (Figura 1 e Tabela 1), característico da região Semiárida, e da fonte de N ser a ureia por ser bastante volátil. O nitrogênio no momento da aplicação, principalmente tendo como fonte a ureia, precisa de umidade anterior, durante e posterior a aplicação, para ser absorvido pela planta, e a exigência de umidade é maior, quando há aplicação associada à adubação orgânica (ROJAS et al., 2012).

Foi observada resposta quadrática ($P < 0,01$) à adubação orgânica de número de cladódios primários, secundários, terciários e total, comprimento de primários e secundários, largura de primários, secundários e médios, espessura de secundários, altura e largura de planta, índice de

área de cladódio e produção de matéria seca ($P<0,05$). Resposta linear ($P<0,01$) para comprimento e largura de cladódios terciários, espessura de primários e terciários. Efeito de frequência de colheita ($P<0,01$) para número de cladódios primários e totais, comprimento de primários, largura de primários e largura média de cladódios, altura e largura de plantas, espessura média de cladódios ($P<0,05$). E interação adubação orgânica x frequência de colheita ($P<0,01$) para comprimento médio de cladódios.

Houve efeitos de adubação orgânica e frequência de colheita ($P< 0,01$) para o número de cladódios primários e totais, com respostas quadráticas aos níveis de adubação orgânica, com valores máximos de 9,3 cladódios primários, com $14,3 \text{ Mg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ e, 17,6 cladódios totais, com $30 \text{ Mg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ (Tabela 2). Já para os números de cladódios secundários ($P<0,01$) e terciários ($P<0,05$) houve efeito apenas da adubação orgânica (Tabela 2), também com respostas quadráticas, com valores máximos de 10 cladódios secundários e 0,7 cladódio terciário por planta, ambos com $30 \text{ Mg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ de MO.

Tabela2. Número de cladódios primários, totais, secundários e terciários, comprimento de cladódios primários, secundários e terciários, largura de cladódios primários, secundários, terciários e largura média de todas as ordens, espessura de cladódios primários, secundários e terciários, altura e largura de plantas, índice de área de cladódios, produção de matéria seca de cladódios da palma ‘Orelha de Elefante Mexicana’ em função da adubação orgânica.

Variável	Adubação orgânica (Mg ha ⁻¹ ano ⁻¹)				Equação	R ²	P	EP
	0	10	20	30				
NCPRI	7,2	9,2	8,6	6,4	$Y = -0,010X^2 + 0,285X + 7,25$	0,99	0,0001	0,4
NCTOT	7,4	13,6	17,7	16,8	$Y = -0,017X^2 + 0,855X + 7,255$	0,99	0,0001	0,7
NCSEC	0,3	4,3	8,7	9,3	$Y = -0,008X^2 + 0,569X + 0,09$	0,98	0,0001	0,5
NCTER	0,0	0,0	0,5	1,1	$Y = 0,001X^2 - 0,007X - 0,02$	0,99	0,0005	0,1
CCP	28,2	35,3	38,0	39,5	$Y = -0,014X^2 + 0,786X + 28,36$	0,99	0,0001	0,6
CCS	2,5	18,8	22,5	22,8	$Y = -0,04X^2 + 1,846X + 2,96$	0,98	0,0001	0,8
CCT	0,0	0,7	7,6	9,0	$Y = 0,339X - 0,76$	0,80	0,0001	0,8
LCP	15,3	18,1	18,2	18,8	$Y = -0,005X^2 + 0,271X + 15,46$	0,93	0,0001	0,3
LCS	1,9	14,6	16,6	16,9	$Y = -0,031X^2 + 1,4X + 2,35$	0,97	0,0001	0,6
LCT	0,0	0,6	5,9	7,3	$Y = 0,272X - 0,63$	0,91	0,0001	0,6
LMC	15,2	18,1	18,3	18,9	$Y = -0,005X^2 + 0,285X + 15,35$	0,94	0,0001	0,2
ECP	11,1	12,1	12,9	13,3	$Y = 0,074X + 11,24$	0,97	0,0001	0,3
ECS	1,2	7,3	8,8	8,6	$Y = -0,015X^2 + 0,709X + 1,345$	0,99	0,0001	0,4
ECT	0,0	0,3	2,7	3,2	$Y = 0,12X - 0,25$	0,90	0,0001	0,3
ALTPLA	46,3	65,3	69,8	71,6	$Y = -0,043X^2 + 2,094X + 46,89$	0,98	0,0001	1,1
LARPLA	50,6	83,6	94,2	90,9	$Y = -0,090X^2 + 4,037X + 51,02$	0,99	0,0001	1,7
IAC	0,65	1,58	2,1	2,07	$Y = -0,002X^2 + 0,119X + 0,643$	0,99	0,0001	0,1
PMS	8,2	31,3	36,7	50,0	$Y = -0,024X^2 + 2,043X + 9,48$	0,96	0,0005	2,4

EP = Erro padrão; NCPRI = Número de cladódios primários; NCSEC = Número de cladódios secundários; NCTER = Número de cladódios terciários; NCTOT = Número de cladódios totais; CCP = Comprimento de cladódios primários (cm); CCS = Comprimento de cladódios secundários (cm); CCT = Comprimento de cladódios terciários (cm); LCP = Largura de cladódios primários (cm); LCS = Largura de cladódios secundários (cm); LCT = Largura de cladódios terciários (cm); LMC = largura média de todas as ordens de cladódios (cm); ECP = Espessura de cladódios primários (mm); ECS = Espessura de cladódios secundários (mm); ECT = Espessura de cladódios terciários (mm); ALTPLA = Altura de plantas (cm); LARPLA = Largura de plantas (cm); IAC = Índice de área de cladódio; PMS = Produção de matéria seca (Mg ha⁻¹ ano⁻¹).

Quanto às frequências de colheita, foram registrados 6,5 e 9,1 cladódios primários, e 12,6 e 15,1 cladódios totais, respectivamente, para a frequência anual e bienal (Tabela 3).

Tabela 3. Número de cladódios primários e totais, comprimento de cladódios primários, largura de cladódios primários e largura média de cladódios, espessura média de cladódios, altura e largura de plantas, índice de área de cladódios e produção de matéria seca da palma ‘Orelha de Elefante Mexicana’ em função da frequência de colheita.

Variável	Frequência de colheita		EP	P
	Anual	Bienal		
NCPRI	6,5 ^b	9,1 ^a	0,30	0,0001
NCTOT	12,6 ^b	15,1 ^a	0,50	0,0001
CCP	34,1 ^b	36,5 ^a	0,40	0,0001
LCP	16,6 ^b	18,6 ^a	0,20	0,0001
LMC	17,0 ^b	18,3 ^a	0,20	0,0001
EMC	11,1 ^a	10,6 ^b	0,20	0,0005
ALTPLA	61,1 ^b	65,4 ^a	0,80	0,0001
LARPLA	74,0 ^b	85,6 ^a	1,20	0,0001
IAC	14,0 ^b	18,0 ^a	0,10	0,0001
PMS	27,2 ^b	35,9 ^a	1,70	0,0005

EP = Erro padrão;NCPRI= Número de cladódios primários;NCTOT = Número de cladódios totais; CCP = Comprimento de cladódios primários (cm); LCP = Largura de cladódios primários (cm);LMC = largura média de todas as ordens de cladódios (cm); EMC = Espessura média de cladódios (mm); ALTPLA = Altura de plantas (cm); LARPLA = Largura de plantas (cm), IAC = Índice de área de cladódio; PMS = Produção de matéria seca ($\text{Mg ha}^{-1} \text{ano}^{-1}$).

Maiores valores de cladódios totais na frequência bienal são esperados, em função de maior intervalo de tempo para realização do processo fotossintético, resultante do aumento na captura de CO_2 , com maior acúmulo de carboidratos de reservas (LIMA et al., 2016). Assim como contribuiu para maior comprimento de cladódios primários e comprimento da média de todas as ordens e largura de cladódios primários e largura média de todas as ordens na frequência bienal, como será relatado posteriormente.

Os comprimentos de cladódios primários e secundários responderam de forma quadrática às adubações orgânicas, enquanto o comprimento de cladódios terciários demonstrou comportamento linear (Tabela 2). E o comprimento de cladódios primários responderam à frequência de colheita, com maior valor na bienal (Tabela 3). Com relação à interação adubação orgânica x frequência de colheita para comprimento médio de cladódios (Figura 2), foram observados crescimento linear com a adubação orgânica, tanto na frequência anual como na bienal. Contudo, na bienal, o maior nível de matéria orgânica ($30 \text{ Mg ha}^{-1} \text{ano}^{-1}$) promoveu maiores valores de comprimento (33,3 cm). É importante destacar que as dimensões dos cladódios são potencialmente determinadas pela genética da espécie, podendo, em menor escala, serem influenciados pelo manejo e fertilidade do solo (MONDRAGÓN-

JACOBO; PÉREZ-GONZÁLES, 2001). Assim, as variações observadas devem ser reflexo dos tratamentos impostos, visto que se trata da mesma cultivar utilizada.

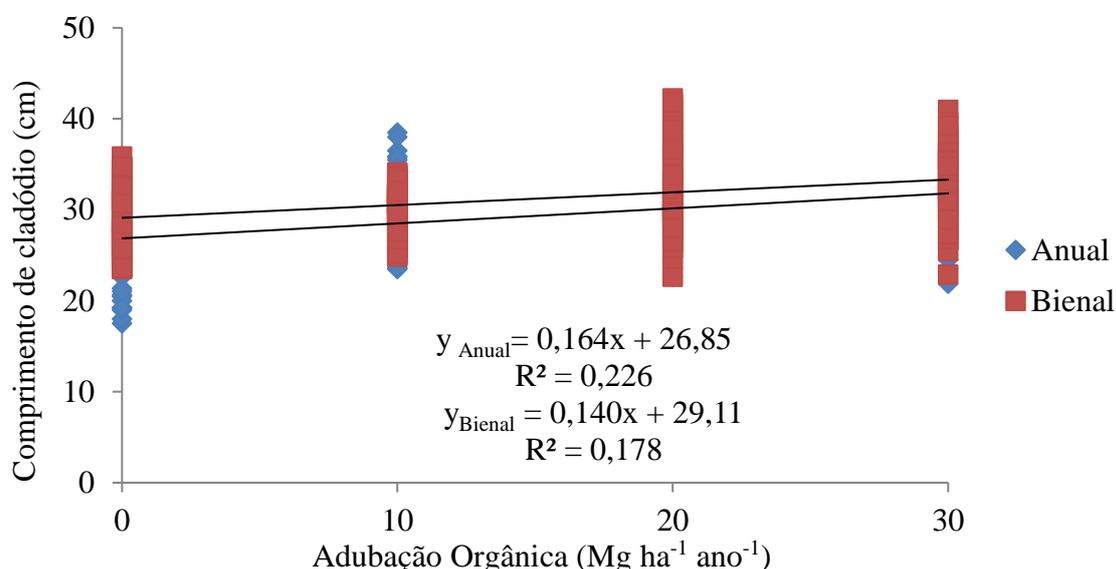


Figura 2. Comprimento médio de cladódios de plantas da palma ‘Orelha de Elefante Mexicana’ em função da adubação e frequência de colheita ($P < 0,01$). Erro padrão = 0,6.

As respostas quadráticas ($P < 0,01$) às adubações orgânicas da largura dos cladódios primários, secundários e largura média geral (Tabela 2) demonstraram valores máximos de 19,1 cm (primários); 18,2 cm (secundários) e 19,4 cm (largura média), respectivamente, para os níveis de 27,1; 22,6 e 28,5 Mg ha⁻¹ ano⁻¹ de matéria orgânica. Já os terciários, que responderam linearmente, alcançaram largura máxima de 7,5 cm no nível máximo de 30 Mg ha⁻¹ ano⁻¹ de M.O. (Tabela 2). Da mesma forma observada em outras variáveis morfológicas, as larguras de cladódios primários e largura média de cladódios foram superiores na frequência bienal quando comparada à anual (Tabela 3).

Respostas à adubação foram observadas para número, comprimento e largura de cladódios; como tal, esses aumentos podem estar associados ao acúmulo de nutrientes como nitrogênio, fósforo e potássio, por meio da decomposição do esterco e, conseqüentemente, mineralização da matéria orgânica, liberando os minerais citados. Comprovadamente, a matéria orgânica promove benefícios ao solo, a exemplo do aumento da retenção de água, maior disponibilidade de nutrientes, maior capacidade de troca catiônica, melhorando as suas condições físicas (REGO et al., 2014).

É observado na Tabela 2 o comportamento quadrático para comprimento e largura de cladódios primários e secundários, o que pode estar relacionado a um platô (estabilização do

crescimento), aos quais esses cladódios, principalmente os primários, estão próximos de atingir, não respondendo na mesma proporção à adubação. E o comportamento linear para os terciários provavelmente se deve ao fato destes encontrarem em processo de expansão. Ramos et al. (2015) observaram esse comportamento ao aplicar adubo orgânico na palma ‘Gigante’, observando um crescimento inicial linear e se estabilizando com o tempo.

As espessuras dos cladódios primários, secundários e terciários foram influenciadas ($P < 0,01$) pela adubação orgânica (Tabela 2), tendo os primários e terciários apresentado comportamento linear, e os secundários quadrático, com valores máximos de 13,5 mm (primários), 3,4 mm (terciários) e 9,7 mm (secundários), com 23,6 Mg ha⁻¹ ano⁻¹ de matéria orgânica. Esse comportamento pode ter ocorrido possivelmente pelo acúmulo maior de conteúdo de água nos maiores níveis de adubação. Scalisi et al. (2016) reportaram ser o conteúdo de água do solo que interfere na espessura da palma forrageira, a qual aumenta durante sob irrigação e diminui quando a planta é submetida ao déficit hídrico.

Na espessura média de cladódios, as colheitas mais frequentes (anuais) promoveram cladódios mais espessos (11,1 mm) ($P < 0,05$) do que os colhidos bianalmente (10,6 mm) (Tabela 3). Essa menor espessura na colheita bienal pode ter sido influenciada pela maior brotação apresentada pela palma colhida bianalmente (3), possivelmente, contendo uma maior proporção de cladódios terciários, os quais se apresentaram menos espessos quando comparados aos cladódios primários e secundários.

Tanto a altura como a largura de planta apresentaram respostas quadráticas à adubação orgânica, com valor máximo de altura máxima (72,4 cm) obtido com 24,3 Mg ha⁻¹ ano⁻¹ de matéria orgânica, e de largura (96,3 cm), com 22,4 Mg ha⁻¹ ano⁻¹ de M.O. (Tabela 2). Da mesma forma, para outras variáveis morfológicas, plantas mais altas (65,4 cm) e mais largas (85,6 cm) foram obtidas na colheita bienal (Tabela 3).

Os benefícios da adubação orgânica e da menor frequência de colheita (bienal) sobre variáveis morfológicas e brotação refletem em maior crescimento desses cladódios e, conseqüentemente, das plantas. Comportamento dessa natureza foi observado por Rocha et al. (2017) quando mediram alturas de 51,9 cm e de 98,8 cm, e larguras de 56,7 e 105,5 cm em plantas de palma ‘Orelha de Elefante Mexicana’, aos quatro e 16 meses de crescimento, respectivamente, bem como Barros et al. (2016) obtiveram incrementos no solo de 0,78; 1,63; 0,45 Mg ha⁻¹, respectivamente para N, P₂O₅, K₂O, com uma adubação de 90 Mg ha⁻¹ ano⁻¹ de esterco bovino. Os autores, avaliando o desenvolvimento da palma ‘Gigante’, aos 330 dias de crescimento, observaram que a altura de planta passou de 76,8 cm na palma não adubada, para 117,1 cm na palma adubada com 90 Mg ha⁻¹ ano⁻¹ de esterco bovino.

O IAC apresentou resposta quadrática à adubação orgânica, tendo o valor máximo (2,4) com $29,8 \text{ Mg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ (Tabela 2), bem como maior valor médio na colheita bienal (Tabela 3). Este resultado pode ser explicado pela correlação positiva entre IAC e comprimento e largura dos cladódios (PINHEIRO et al., 2014). Neste contexto, além do maior intervalo de tempo para crescimento, os fatores edafoclimáticos também interferem no valor do IAC, conforme se constatou ao utilizar diferentes níveis de matéria orgânica para fertilização do solo, no presente trabalho.

A produção de MS apresentou comportamento quadrático com valor de $49,2 \text{ Mg ha}^{-1} \text{ 2 anos}^{-1}$ no nível de $30 \text{ Mg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ de MO (Tabela 2). Quando foram comparados os valores da colheita bienal ($35,9 \text{ Mg MS ha}^{-1} \text{ 2 anos}^{-1}$) com a soma de duas colheitas anuais consecutivas ($27,2 \text{ Mg MS ha}^{-1} \text{ 2 anos}^{-1}$) (Tabela 3), a colheita bienal superou ($P < 0,05$) em 32% o somatório das duas colheitas anuais (2016 e 2017).

Colheitas mais frequentes proporcionam maior participação de tecidos jovens na composição da planta, tecidos estes constituídos por maior proporção de água, os quais condicionam a estas plantas, menor rendimento de matéria seca (SILVA et al., 2019) quando comparadas àquelas submetidas a colheitas com maiores intervalos, pois possui maior área fotossintética e maior idade, por isso apresenta maior produção (LIMA et al., 2016).

Plantas com frequências menores de colheita permitem o aumento do índice de área de cladódios e, com isso, aumentar a eficiência fotossintética e acumula mais carboidratos e conseqüentemente maior produção. Farias et al. (2000) observaram que plantas da palma ‘Gigante’ com maior frequência de colheita (dois anos), quando preservado os cladódios de segunda ordem, obtiveram resultados produtivos semelhantes a plantas com frequência menores (quatro anos), também preservando cladódios secundários, e, quando se preservaram os primários, a produção foi maior na frequência de quatro anos. Os autores atribuem o resultado a maior eficiência fotossintética quando se preserva maior índice de área de cladódios.

Respostas positivas na produtividade da palma forrageira também foram obtidas por Silva et al. (2016a), ao avaliarem maiores níveis de adubo orgânico na fertilização desta cultura. Além do incremento produtivo, os autores mencionam que a fertilização orgânica aumenta a retenção de água no solo e a utilização dos nutrientes pelas plantas. Neste tipo de fertilização ocorre uma liberação gradual de um maior fluxo de nutrientes, a depender do nível utilizado. Neste contexto, é justificável a sensibilidade da palma a esse tipo de adubação, considerando que se trata de uma cultura perene e de crescimento lento, quando comparadas a plantas fisiologicamente classificadas como C₄.

Santos et al. (1990) reportam extração de 90; 16; 258 e 235 kg, respectivamente, de N, P, K e Ca para cada 10 Mg de MS de palma; então, o presente trabalho pode ter extraído 440; 78,4; 1264 e 1152 kg, respectivamente, para esses nutrientes na produção de 49 Mg ha⁻¹. Para Dubeux et al. (2018), a extração de nutrientes é alta em palma, e sua reposição é importante para a manutenção do sistema.

A adubação anual de 30 Mg ha⁻¹ ano⁻¹, ocorrida desde 2011, possivelmente atende à demanda de nutrientes para essa produção, como também demonstra a sensibilidade dessa cultura à adubação orgânica.

4. CONCLUSÕES

Os maiores crescimentos de cladódios e de plantas promovidos pela aplicação de adubo orgânico elevam a produtividade da palma ‘Orelha de Elefante Mexicana’, com maior valor no nível de 30 Mg ha⁻¹ ano⁻¹.

A colheita bienal promove maior produtividade da palma forrageira ‘Orelha de Elefante Mexicana’.

A adubação nitrogenada não influencia variáveis morfológicas e produtivas da palma forrageira ‘Orelha de Elefante Mexicana’.

5. REFERÊNCIAS

ALMEIDA, J.; PEIXOTO, C.P.; LEDO, C.A.S. Desempenho vegetativo e produtivo da palma forrageira. **Enciclopédia Biosfera**, v.8, p.571-581, 2012.

ANDRADE, A.P.; COSTA, R.G.; SANTOS, E.M.; SILVA, D.S. Produção animal no semiárido: o desafio de disponibilizar forragem, em quantidade e com qualidade, na estação seca. **Tecnologia & Ciência Agropecuária**, v.4, p.01-14, 2010.

BARROS, J.L.; DONATO, S.L.R.; GOMES, V.M.; DONATO, P.E.R.; SILVA, J.A.; PADILHA, M.C. Palma forrageira ‘Gigante’ cultivada com adubação orgânica. **Agrotecnologia**, v.7, p.53-65, 2016.

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, p.151-158, 2014.

DUBEUX, JR, J.C.B.; SALEM, H.B; NEFZAOU, A. Producción y utilización de nopalforrajero en la nutrición animal. In: INGLESE, P.; MONDRAGON, C.; NEFZAOU, A.; SAENZ, C. (Eds.). **Crop ecology, cultivation and uses of cactus pear**. Rome: Published by the Food and Agriculture Organization of the United Nations and the International Center for Agricultural Research in the Dry Areas. Rome, 2018, v.1, cap.7, p.77-96.

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

INMET, INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. 2018. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?bdmep/bdmep>>. Acesso em: 24 nov. 2019.

INSTITUTO AGRONÔMICO DE PERNAMBUCO- IPA. **Sessão de índices pluviométricos**. IPA, 2019. Disponível em: http://www.ipa.br/indice_pluv.php#calendario_indices. Acesso em: 02 dez. 2019.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Cadastro de Municípios localizados na Região Semiárida do Brasil**. IBGE, 2018. Disponível em: ww2.ibge.gov.br/home/geociencias/geografia/semiarido.shtm?. Acesso em: 15 jun. 2018.

_____. **Produção da Pecuária Municipal 2015**. IBGE, 2015.

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

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. **Caatinga**, v.29, p.481-488, 2016.

MONDRAGÓN-JACOBO, C.; PÉREZ-GONZÁLEZ, S. Germplasm resources and breeding opuntia for fodder production. In: Mondragón-Jacobo, C.; Pérez-González, S. (Eds.). **Cactus (*Opuntia spp*) as forage**. Roma: FAO, 2001. p.21-28.

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

PEREIRA FILHO, J.M.; SILVA, A.M.A.; CÉZAR, M.F. Manejo da Caatinga para produção de caprinos e ovinos. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.14, p.77-90, 2013.

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 morfológicas e produtivas da palma forrageira. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.49, p.939-947, 2014.

RAMOS, J.P.F.; SANTOS, E.M.; PINHO, R.M.A.; BEZERRA, H.F.C.; PEREIRA, G.A.; BELTRÃO, G.R.; OLIVEIRA, J.S. Crescimento da palma forrageira em função da adubação orgânica. **Revista Eletrônica de Veterinária**, v.16, p.1-11, 2015.

REGO, M.M.T.; LIMA, G.F.C.; SILVA, J.G.M.; GUEDES, F.X.; DANTAS, F.D.G.; LOBO, R.N.B. Morfologia e rendimento de biomassa da palma miúda irrigada sob doses de adubação orgânica e intensidades de corte. **Revista Científica de Produção Animal**, v.16, p.118-130, 2014.

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, p.365-373, 2017.

ROJAS, C.A.L.; BAYER, C.; FONTOURA, S.M.V.; WEBER, M.A.; VIEIRO, F. Volatilização de amônia da uréia alterada por sistemas de preparo de solo e plantas de cobertura invernais no centro-sul do Paraná. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.36, p. 261-270, 2012.

SANTOS, D.C.; SILVA, M.C.; DUBEUX JÚNIOR, J.C.B.; LIRA, M.A.; SILVA, R.M. Estratégias para Uso de Cactáceas em Zonas Semiáridas: Novas Cultivares e Uso Sustentável das Espécies Nativas. **Revista Científica de Produção Animal**. v.15, p.111-121, 2013.

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

SAS Institute Inc. 2001. **SAS Statistics User’s Guide**. Version 8.2. SAS Inst. Inc., Cary, NC, USA.

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

SILVA, A.L.; SOUSA, D.B.; AMORIM, D.S.; SANTOS, M.S.; SILVA, K.B.; NASCIMENTO, R.R. Caracterização morfológica, frequência de colheita e ensilagem de palma forrageira: uma revisão. **Nucleus Animalium**, v.11, p. 13-24, 2019.

SILVA, N.G. M.; SANTOS, M.V.F. DOS; DUBEUX JR., J.C.B.; CUNHA, M.V; LIRA, M. DE A.; FERRAZ, I. Effects of planting density and organic fertilization doses on productive efficiency of cactus pear. **Caatinga**, v.29, p. 976-983, 2016a.

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

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. **Caatinga**, v.28, p.10-18, 2015.

SILVA, T.G.F.; MIRANDA, K.R.; SANTOS, D.C.; QUEIROZ, M.G.; SILVA, M.C.; CRUZ NETO, J.F.; ARAÚJO, J.E.M. Área do cladódio de clones de palma forrageira: modelagem, análise e aplicabilidade. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.9, p.633-641, 2014.

CAPÍTULO 3

Composição química da palma forrageira ‘Orelha de elefante mexicana’ (*Opuntia stricta* Haw) sob diferentes sistemas de cultivo

Composição química da palma forrageira ‘Orelha de elefante mexicana’ (*Opuntia stricta* Haw) sob diferentes sistemas de cultivo

RESUMO - A palma forrageira apresenta elevada importância para a pecuária do Semiárido brasileiro, pela sua adaptação e expressiva produtividade na região, a qual, além de fornecer nutrientes, e a depender da quantidade fornecida, supre grande parte das exigências hídricas dos animais. O objetivo deste trabalho foi avaliar características químicas da palma ‘Orelha de elefante mexicana’ (*Opuntia stricta* Haw), quando submetida à adubação orgânica, adubação nitrogenada e frequências de colheita. O delineamento experimental foi blocos ao acaso com arranjo de parcelas subdivididas e quatro repetições, em Arcoverde-PE. As plantas foram submetidas a quatro níveis de matéria orgânica (MO) (0, 10, 20 e 30 Mg ha⁻¹ano⁻¹), representando a parcela principal, quatro adubações nitrogenadas (0, 120, 240, 360 kg ha⁻¹ano⁻¹ de nitrogênio), representando a subparcela e duas frequências de colheita (anual e bienal), representando a subsubparcela. Foram avaliados teores de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), fósforo (P), potássio (K) e sódio (Na). A palma colhida bienalmente apresentou maior teor de MS (94,4 g kg⁻¹) quando comparada à colhida anualmente (79,6 g kg⁻¹). O teor de MS apresentou resposta quadrática decrescente ($P < 0,01$) à adubação orgânica, tendo o menor valor (77,7 g kg⁻¹) ocorrido com 23,5 Mg MOha⁻¹ano⁻¹. Houve interação adubação orgânica x adubação nitrogenada sobre o teor de PB, com elevação dos teores com a adição dos níveis de N, na ausência de adubação orgânica. Contudo, na presença de adubação orgânica, independente do nível, a fertilização com N não alterou ($P > 0,01$) o teor de PB da palma. Plantas colhidas anualmente apresentaram maiores teores de PB (126,3 g kg⁻¹) em comparação às colhidas bienalmente (98,9 g kg⁻¹). Houve interação, adubação orgânica e frequência para a FDN. A utilização de adubação orgânica influenciou de forma quadrática o teor de FDN na colheita anual e bienal, respectivamente, com teores de 302,4 e 370,2 g kg⁻¹, para as adubações de 9 e 20,5 Mg ha⁻¹ ano⁻¹. Níveis crescentes de adubação nitrogenada promovem aumento no teor de proteína bruta e redução no teor de potássio. Os teores de fósforo, potássio e sódio aumentaram com a utilização da adubação orgânica. A frequência de colheita bienal permite colher forragem com maiores teores de fibra e menores de proteína bruta e Na e K.

Palavras-chave: Cactácea; Composição mineral; Matéria orgânica; Nitrogênio; Semiárido.

Chemical composition of forage cactus pear 'Orelha de Elefante Mexicana' (*Opuntia stricta* Haw) under different cultivation systems

ABSTRACT- The cactus pear is highly important for livestock in the Brazilian Semi-arid Region, due to its adaptation and expressive productivity in the region, which, in addition to providing nutrients and, depending on the quantity supplied, supplies a large part of the water requirements of the animals. The objective of this work was to evaluate chemical characteristics of the cactus pear 'Orelha de Elefante Mexicana' (*Opuntia stricta* Haw), when subjected to organic fertilization, nitrogen fertilization and harvest frequencies. The experimental design was randomized in blocks, with an arrangement of subdivided plots and four replications. The plants were submitted to four levels of organic matter (0, 10, 20 and 30 Mg ha⁻¹ year⁻¹) forming the main plot, four levels of nitrogen fertilization (0, 120, 240, 360 Kg ha⁻¹ year⁻¹ of nitrogen), forming the sub-plot and the two harvest frequency (annual and biennial), forming the sub-sub-plot. The contents of dry matter (DM), crude protein (PB), neutral detergent fiber (NDF), phosphorus (P), potassium (K) and sodium (Na) were evaluated. The palm harvested every two years showed a higher DM content (94.4 g kg⁻¹) when compared to the harvested annually (79.6 g kg⁻¹). The DM content showed a decreasing quadratic response ($P < 0.01$) to organic fertilization, with the lowest value (77.7 g kg⁻¹) occurring with 23.5 Mg MO ha⁻¹ year⁻¹. There was an interaction between organic fertilization and nitrogen fertilization on the CP content, with increased levels with the addition of urea, in the absence of organic fertilization. However, in the presence of organic fertilization, regardless of the level, fertilization with N did not change ($P < 0.01$) the CP content of the palm. Plants harvested annually showed higher levels of CP (126.3 g kg⁻¹) compared to those harvested every two years (98.9 g kg⁻¹). There was interaction between organic fertilization and frequency for NDF. The use of organic fertilizer quadratically influenced the NDF content in the annual and biennial harvest, respectively with levels of 302.4 and 370.2 g kg⁻¹, for the fertilizations of 9 and 20.5 Mg ha⁻¹ year⁻¹. Increasing doses of nitrogen fertilization promote an increase in the crude protein content and a reduction in the potassium content. The levels of phosphorus, potassium and sodium in the cactus pear increased with the use of organic fertilization. The frequency of biennial harvesting allows harvesting forage with higher fiber and lower crude protein and Na and K.

Keywords: Cactacea; Mineral composition; Organic matter; Nitrogen; Semi-arid.

1. INTRODUÇÃO

A palma forrageira é uma das principais opções para alimentação dos ruminantes no Semiárido, pela sua elevada adaptação e expressiva produtividade na região, a qual, além de fornecer nutrientes, a depender da proporção na dieta, supre parte das exigências hídricas dos animais (FERREIRA et al., 2009).

Trata-se de uma cactácea presente em 126.925 estabelecimentos rurais do país, praticamente todas no Nordeste (IBGE, 2017), com uma produção de 3.581.469 toneladas por ano. Em Pernambuco, o número de propriedades que produz a palma forrageira é de 17.131, as quais produzem 481.931 toneladas por ano (IBGE, 2017), evidenciando, assim, a importância dessa cultura para o Estado. Contudo, dependendo das exigências nutricionais das diferentes categorias animais, a variabilidade da composição da forragem produzida pela palma exige o balanceamento da dieta, visando ao atendimento de maior parte das exigências dos animais (GOMES et al., 2018; LEITE et al., 2018).

Segundo Taiz et al. (2017), toda produção vegetal provém da presença da água e de minerais, como o nitrogênio, e na presença da luz solar. Neste contexto, elevados índices produtivos e qualitativos dependem, dentre outros fatores, do nível de fertilidade do solo, sendo as fertilizações orgânicas e minerais formas diretas de reposição dos nutrientes extraídos pela cultura. Santos et al. (1990) quantificaram média de 90 kg de N, 16 kg de P, 258 kg de K e 235 kg de Ca por hectare a extração das palmas forrageiras ‘Gigante’, ‘Redonda’ e ‘Miúda’ para cada 10 Mg de matéria seca produzida.

Os solos do Semiárido, em sua maioria, são pobres em matéria orgânica, fato que afeta a disponibilidade da maior parte dos nutrientes. A matéria orgânica é considerada como excelente condicionador de solos, por promover melhorias nas características físicas, químicas e biológicas, as quais favorecem a retenção de água, agregação, porosidade, capacidade de troca de cátions, fertilidade e microbiota do solo (FERREIRA et al., 2013).

Por outro lado, a adubação mineral tem a capacidade de repor ao solo, de forma rápida e prontamente assimilável pelas plantas, os nutrientes extraídos (DIAS; FERNANDES, 2006); contudo, adubações desequilibradas podem afetar a disponibilidade de outros nutrientes, a exemplo do nitrogênio, como citado por Dubeux Jr. et al. (2010), ao aplicarem altos níveis de fósforo em palmas de clone IPA-20 (*Opuntia ficus indica* Mill.), observaram redução do teor de nitrogênio. Mas quando em níveis equilibrados há o favorecimento de ambos na absorção, Silva et al. (2013) obtiveram maiores resultados para PB, quando o nitrogênio e o fósforo foram aplicados juntos em comparação à aplicação de fósforo isolado.

Atualmente, as cultivares Miúda e IPA-Sertânia (*Nopalea cochenillifera* Salm Dyck) e Orelha de elefante mexicana (*Opuntia stricta* Haw) estão sendo recomendadas para estabelecimento de novos palmais em alguns estados do Nordeste, por serem resistentes à cochonilha do carmim (*Dactylopius opuntiae* Bouché), em substituição às cultivares tradicionais (Gigante, Redonda e Clone IPA-20) de alta suscetibilidade a este inseto (SANTOS et al., 2013). O cultivo e a utilização dessas novas variedades de palma têm demandado pesquisas sobre adaptabilidade a diferentes ambientes do Semiárido, bem como sobre definição e recomendação de adequadas práticas de manejo, principalmente, no que se refere a densidades de plantio, exigências nutricionais e adubações, frequências e intensidades de colheita, com destaque para as suas respostas produtivas e qualitativas.

Respostas qualitativas das cultivares de palma a diversos manejos, avaliadas por meio de análises químicas, são importantes para atender parte das exigências dos animais, e plantas com respostas mais significativas podem ser adequadas economicamente ao seu cultivo.

Nesse sentido, o objetivo deste trabalho foi avaliar características químicas da palma forrageira ‘Orelha de Elefante Mexicana’, quando submetida à adubação orgânica, adubação nitrogenada e frequências de colheita, na região de transição Agreste-Sertão de Pernambuco.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado na Estação Experimental do Instituto Agrônomo de Pernambuco (IPA), entre outubro de 2016 e dezembro de 2018, localizado no município de Arcoverde-PE, latitude de 8° 25' S, longitude 37° 02' W, altitude de 750 m, precipitação média de 680 mm, solo experimental classificado como Neossolo Regolítico, clima Semiárido megatérmico, com pouca ou nenhuma chance de alagamento e vegetação Caatinga hipoxerófila. As precipitações registradas nos anos de condução do experimento foram de 593,2 mm (2016), 651,5 mm (2017), 626,9 mm (2018) (Figura 1; Tabela 1).

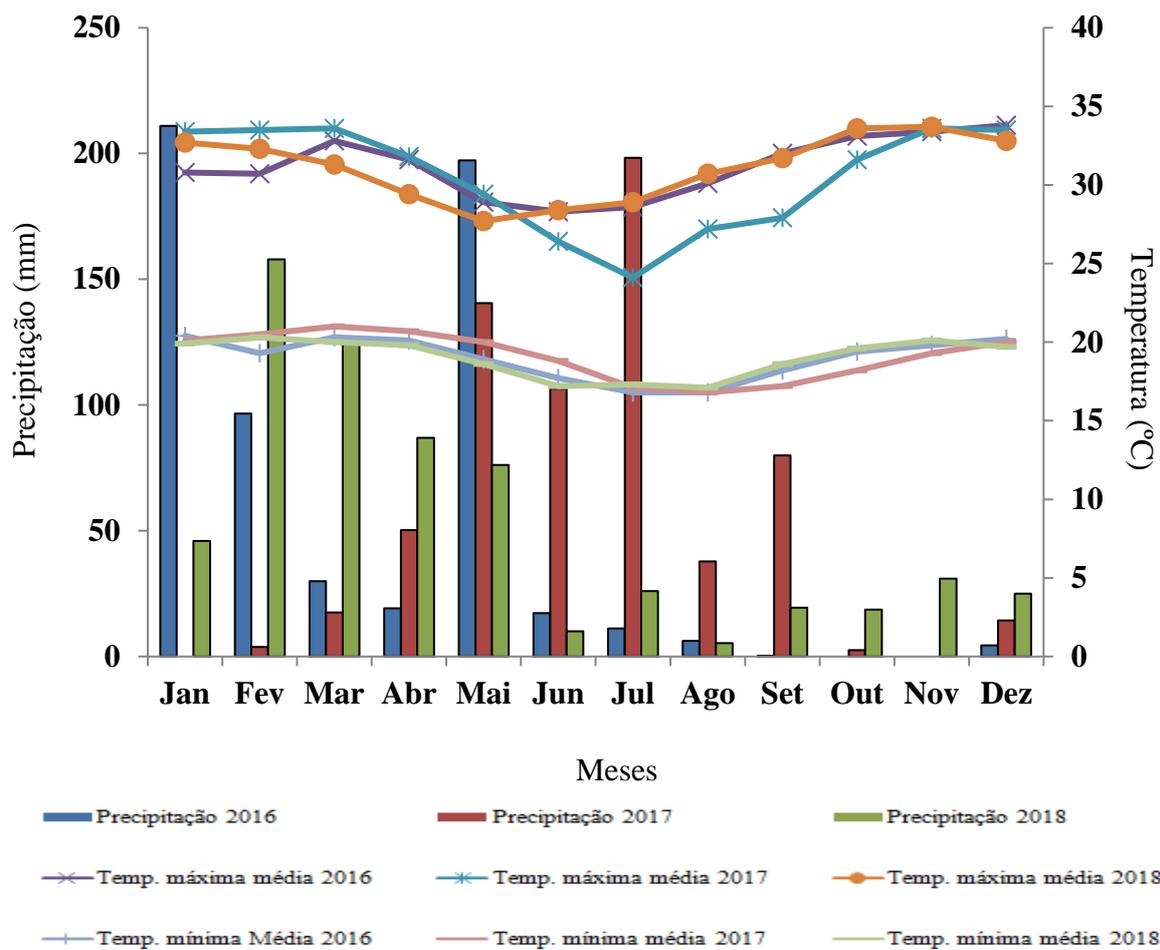


Figura 1. Precipitação, temperaturas máximas e mínimas na Estação experimental do IPA, Arcoverde-PE em 2016, 2017 e 2018. Fonte: INMET, 2019.

Tabela 1. Histórico das precipitações pluviométricas no período experimental (2016 a 2018) em Arcoverde- PE

Ano	Mês	Dias com precipitação	Dia de maior precipitação (mm)	Dia de menor precipitação (mm)	Maior sequência sem precipitações (dias)	Precipitações maiores e iguais a 10 mm
2016	Janeiro	14	59,0	2,5	6	6
2016	Fevereiro	4	39,0	15,0	13	4
2016	Março	3	21,5	3,0	11	1
2016	Abril	5	6,0	1,5	13	0
2016	Maio	10	60,0	3,0	6	4
2016	Junho	4	9,0	1,0	19	0
2016	Julho	1	3,0	3,0	22	0
2016	Agosto	2	6,0	0,5	23	0
2016	Setembro	0	0,0	0,0	30	0
2016	Outubro	0	0,0	0,0	31	0
2016	Novembro	0	0,0	0,0	30	0
2016	Dezembro	0	0,0	0,0	31	0
2017	Janeiro	0	0,0	0,0	31	0
2017	Fevereiro	1	2,0	2,0	20	0
2017	Março	3	14,0	3,0	13	1
2017	Abril	4	20,0	2,5	12	2
2017	Maio	10	48,5	1,0	11	3
2017	Junho	16	15,0	0,5	6	2
2017	Julho	28	21,0	0,2	1	6
2017	Agosto	6	8,0	1,0	16	0
2017	Setembro	11	13,5	1,5	7	2
2017	Outubro	0	0,0	0,0	31	0
2017	Novembro	0	0,0	0,0	30	0
2017	Dezembro	1	10,0	10,0	22	1
2018	Janeiro	5	18,0	4,5	7	4
2018	Fevereiro	4	7,5	19,5	11	4
2018	Março	6	54,0	1,0	14	3
2018	Abril	9	34,0	1,0	7	2
2018	Maio	13	20,0	0,5	7	2
2018	Junho	6	3,5	0,5	8	0
2018	Julho	5	10,5	0,5	14	1
2018	Agosto	0	0,0	0,0	31	0
2018	Setembro	2	19,5	1,0	20	1
2018	Outubro	3	10,5	7,0	16	1
2018	Novembro	2	22,5	3,0	26	1
2018	Dezembro	6	5,0	1,0	8	0

Fonte: Instituto Agrônômico de Pernambuco (IPA), 2019.

Anterior à implantação do experimento, em junho de 2011, foram retiradas amostras compostas do solo a profundidade de 0 a 20 cm, que foram analisadas no Laboratório de Fertilidade de Solos da UFRPE para obtenção dos atributos químicos do solo, que demonstrou as seguintes componentes apresentados na Tabela 2.

Tabela 2. Resultados das análises químicas realizadas em amostras compostas coletadas na área experimental, na profundidade 0 – 20 cm. UFRPE, Recife-PE, 2011.

Atributos químicos do solo	Valores
Ferro	69,76 mg.dm ⁻³
Cobre	0,58 mg.dm ⁻³
Zinco	13,06 mg.dm ⁻³
Manganês	109,17 mg.dm ⁻³
Fósforo	24,14 mg.dm ⁻³
Potássio	0,22 cmol _c .dm ⁻³
Sódio	0,13 cmol _c .dm ⁻³
Alumínio	0,05 cmol _c .dm ⁻³
Cálcio	3,73 cmol _c .dm ⁻³
Magnésio	0,86 cmol _c .dm ⁻³
pH	5,62

Desde a implantação, a área experimental vem sendo manejada conforme os tratamentos descritos a seguir.

O delineamento experimental foi feito em blocos ao acaso com arranjo de parcelas subdivididas, sendo avaliados na parcela principal (16,0 x 7,2 m) níveis de adubação orgânica (0, 10, 20 e 30 Mg de M.O. ha⁻¹ ano⁻¹); nas subparcelas (8,0 x 3,6 m), níveis de adubação nitrogenada (0, 120, 240 e 360 kg N ha⁻¹ ano⁻¹) e, nas sub-subparcelas (4,0 x 3,6 m), duas frequências de colheita (anual e bienal), com quatro repetições, perfazendo um total de 128 unidades experimentais. O espaçamento adotado na palma foi de 1,8 m entre linhas e 0,2 m entre plantas. As unidades experimentais foram formadas por três filas de plantas, sendo a fila central representando a área útil e as duas laterais e as duas plantas na extremidade da fila central tidas como bordadura. As colheitas realizadas foram duas anuais, nos anos de 2016 e 2017, e uma bienal no ano de 2017.

A adubação orgânica foi realizada com base na matéria orgânica do esterco bovino aplicada uma vez ao ano e após as colheitas, no período chuvoso, no mês de abril, para os anos de 2016, 2017 e 2018. A ureia foi utilizada como fonte de N na adubação nitrogenada e dividida em duas aplicações no período chuvoso, uma em fevereiro e a outra em maio, respectivamente, para os anos de 2016, 2017 e 2018.

Em duas plantas, dentro de cada sub-subparcela, foram formadas amostras compostas de, aproximadamente, 1kg de palma, considerando nessa amostra a proporção quantitativa de

cladódios por ordem semelhante à encontrada na planta amostrada (DONATO et al., 2014). As amostras foram pré-secas em estufa com circulação forçada de ar a 55°C até peso constante (72 horas), trituradas em moinho tipo Willey com peneira de 1 mm, acondicionadas em sacos plásticos e conservadas em freezer a -16° C até os procedimentos específicos das características avaliadas. As plantas foram colhidas, preservando apenas o cladódio “mãe”, no mês de novembro de cada ano.

Foram avaliados os teores de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), fósforo (P), potássio (K) e sódio (Na). Os teores de MS, PB e FDN foram estimados nos laboratórios do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), segundo metodologia descrita por Detmann et al. (2012), enquanto que os teores de P, K e Na foram determinados conforme metodologia de Bezerra Neto e Barreto (2011), no Departamento de Engenharia Agrícola da UFRPE.

Variáveis químico-bromatológicas sob efeito dos tratamentos foram comparadas ao ano de 2017 (colheita bienal) com a colheita anual do mesmo ano. Os dados foram submetidos à análise de variância, utilizando-se o procedimento ProcMixed (em parcelas subdivididas), considerando como fator aleatório o bloco, e como fatores fixos as adubações orgânicas e nitrogênio, frequência de colheita, segundo a variável analisada. Quando o teste F foi significativo, as médias foram comparadas a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. Foram ajustadas equações de regressão e realizados contrastes ortogonais polinomiais, quando os efeitos quantitativos (adubação orgânica e nitrogenada) foram significativos ($p < 0,05$). O pacote estatístico utilizado foi o SAS (SAS, 2001).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foi observado efeito de frequência de colheita no teor de MS, PB ($P < 0,01$) e Na ($P < 0,05$), para adubação orgânica no teor de MS, P, Na ($P < 0,01$). Houve interação adubação orgânica x adubação nitrogenada para a PB ($P < 0,01$), interação adubação orgânica e frequência de colheita em relação à FDN ($P < 0,01$) e teor de K.

Houve efeito significativo ($P < 0,01$) de frequência de colheita e adubação orgânica para o teor de matéria seca (MS), com maiores valores na frequência bienal e resposta quadrática negativa aos níveis de adubação orgânica (Tabelas 3 e 4).

Tabela 3. Teor de matéria seca, proteína bruta e sódio da palma ‘Orelha de Elefante Mexicana’ em função da frequência de colheita.

Variável	Frequência de colheita		EP	P
	Anual	Bienal		
MS	79,6b	94,4a	1,7	0,0001
PB	126,3a	98,9b	2,7	0,0001
Na	7,8a	6,7b	0,3	0,0005

EP = Erro padrão; MS = Teor de Matéria seca (g kg^{-1}); PB = Teor de Proteína bruta (g kg^{-1}); Na = Teor de Sódio (g kg^{-1}); Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si.

Tabela 4. Teor de matéria seca, teor de fósforo, teor de Na da palma ‘Orelha de Elefante Mexicana’ em função da adubação orgânica.

Variável	Adubação orgânica				Equação	R ²	P	EP
	0	10	20	30				
MS	104,1	83,2	81,5	79,3	$Y = 0,046x^2 - 2,163x + 103,1$	0,95	0,0001	2,40
P	0,6	5,5	5,8	6,4	$Y = - 0,010x^2 + 0,499x + 0,845$	0,94	0,0001	0,30
Na	2,9	7,7	8,9	9,6	$Y = - 0,010x^2 + 0,520x + 3,055$	0,98	0,0001	0,50

EP = Erro padrão; MS = Teor de Matéria seca (g kg^{-1}), P = teor de fósforo (g kg^{-1}), Na = teor de sódio (g kg^{-1})

A maior maturidade das plantas na colheita bienal, fator que promove maiores teores de MS, é constatada pelo maior crescimento das plantas, em termos de altura, número de cladódios e número de ordens de inserção dos cladódios, com maior proporção de tecidos estruturais nos cladódios inferiores, para execerem melhor a sustentação das seguintes ordens de cladódios (SILVA et al., 2010; GOMES et al., 2018). Dessa forma, os teores de MS na palma forrageira variam, não apenas com a idade da planta, como na maioria das forrageiras e, também, com a proporção de ordens dos cladódios presentes.

Os teores de MS decresceram de forma quadrática em relação aos níveis de matéria orgânica aplicada (Tabela 4), tendo apresentado o menor valor ($77,7 \text{ g kg}^{-1}$), com $23,5 \text{ Mg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$. Esse comportamento pode ser uma resposta a superior disponibilidade de nutrientes no solo com as adubações, o que favorece a absorção desses minerais pelas plantas, resultando em plantas mais desenvolvidas, com maior número de cladódios jovens e, portanto, com baixos teores de MS (DONATO et al., 2014; BARROS et al., 2016).

Houve interação ($P < 0,01$; $P < 0,05$) adubação orgânica x adubação nitrogenada sobre os teores de PB (Figura 2). Na ausência de adubação orgânica, a adição de N elevou o teor de PB da palma, passando para $153,2 \text{ g kg}^{-1}$, com $360 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ de nitrogênio, valor esse que foi superior aos obtidos nos três níveis de N aplicado. Contudo, quando se realizou adubação orgânica, independente do nível utilizado, a utilização de N não alterou ($P > 0,01$; $P < 0,05$) os

teores de PB. Nos níveis de 120 e 240 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de N, não houve efeito da adubação orgânica sobre o teor de PB da palma.

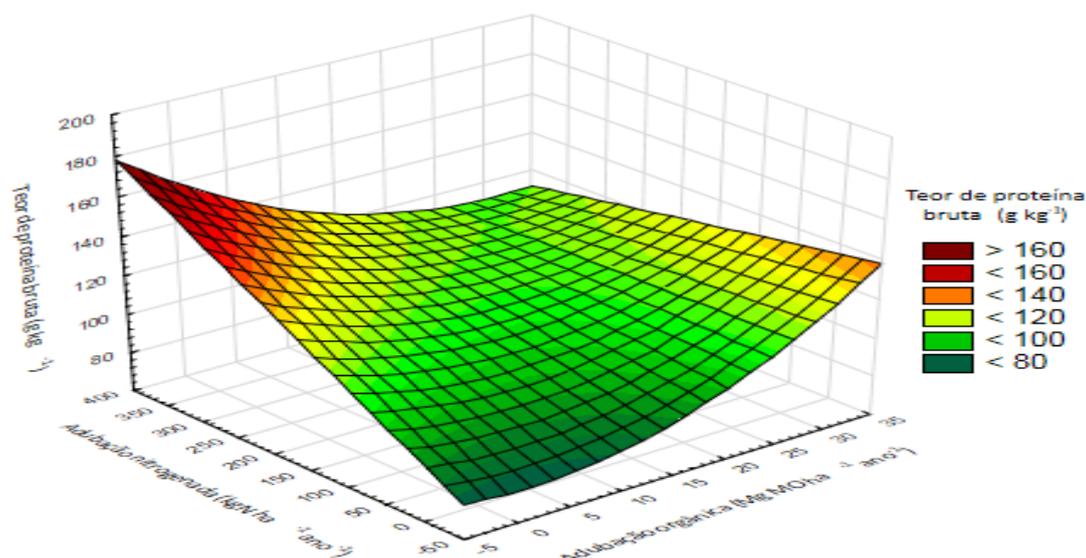


Figura 2. Teor de proteína bruta da palma ‘Orelha de Elefante Mexicana’ em função da adubação orgânica e nitrogenada ($P < 0,01$; $P < 0,05$). Erro padrão = 7,7. $(Z) = 85,643 - 0,4038 * X + 0,1882 * Y + 0,0519 * X^2 - 0,007 * X * Y - 1,3021 * 10^{-6} * Y^2$; $R = 87,1$; x = Adubação orgânica; y = Adubação nitrogenada.

O aumento no teor de PB com a utilização da adubação orgânica deveu-se, provavelmente, ao aumento na disponibilidade do N no solo com a decomposição do fertilizante orgânico, que possibilita maior absorção pelas plantas, elevando, assim, seu teor protéico. O mesmo ocorreu nos trabalhos de Donato et al. (2014) e Barros et al. (2016), os quais obtiveram resultados do incremento de PB pelo incremento de nutrientes provenientes da adubação orgânica. Os valores foram, respectivamente, 95 e 83,5 g kg⁻¹, sem adubação, e 120 e 120,5 g kg⁻¹ com a aplicação de 90 Mg ha⁻¹ ano⁻¹ de esterco bovino.

Na ausência de adubação orgânica (Figura 2), maiores disponibilidades de N no solo ocorreram com as adubações nitrogenadas, permitindo o aumento do teor da PB nas plantas. Dubeux JR. et al. (2006) observaram aumento do teor de N na ‘IPA – 20’ devido ao incremento da adubação nitrogenada, proporcionando 87,1 g kg⁻¹ de PB na adubação de 300 kg ha⁻¹ de N, comparado a 43,2 g kg⁻¹, sem adubação.

A frequência de colheita também influenciou ($P < 0,01$) o teor de PB (Tabelas 2), com maior valor médio obtido na frequência anual (126,3 vs. 98,9 g kg⁻¹). Os valores apresentados no presente trabalho estão acima do que normalmente é encontrado na literatura. Peixoto et al. (2018) encontraram valores de 42,9 g kg⁻¹ (sem adubação) para palma gigante (*Opuntia ficus*

indica Mill) e $51,5 \text{ g kg}^{-1}$, quando adubada com 20 Mg há^{-1} esterco bovino. Galvão Júnior et al. (2014), estudando palma forrageira na alimentação de ruminantes, relataram a média encontrada de proteína bruta que normalmente se encontra nas cultivares de *O. ficus indica* (Mill) e *Nopalea cochenillifera* (Salm Dyck) como a “Gigante” (50 g kg^{-1}), “Miúda” ($3,4 \text{ g kg}^{-1}$) e “Redonda” ($50,1 \text{ g kg}^{-1}$).

Houve interação significativa ($P < 0,05$), adubação orgânica x frequência de colheita para o teor de FDN (Figura 3). A utilização de adubação orgânica influenciou de forma quadrática o teor de FDN na colheita anual e bienal, respectivamente, com teores de $302,4$ e $370,2 \text{ g kg}^{-1}$ para as adubações de 9 e $20,5 \text{ Mg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$, e, portanto maiores valores de FDN na colheita bienal, demonstrando a maior maturidade da planta com maior intervalo de colheita.

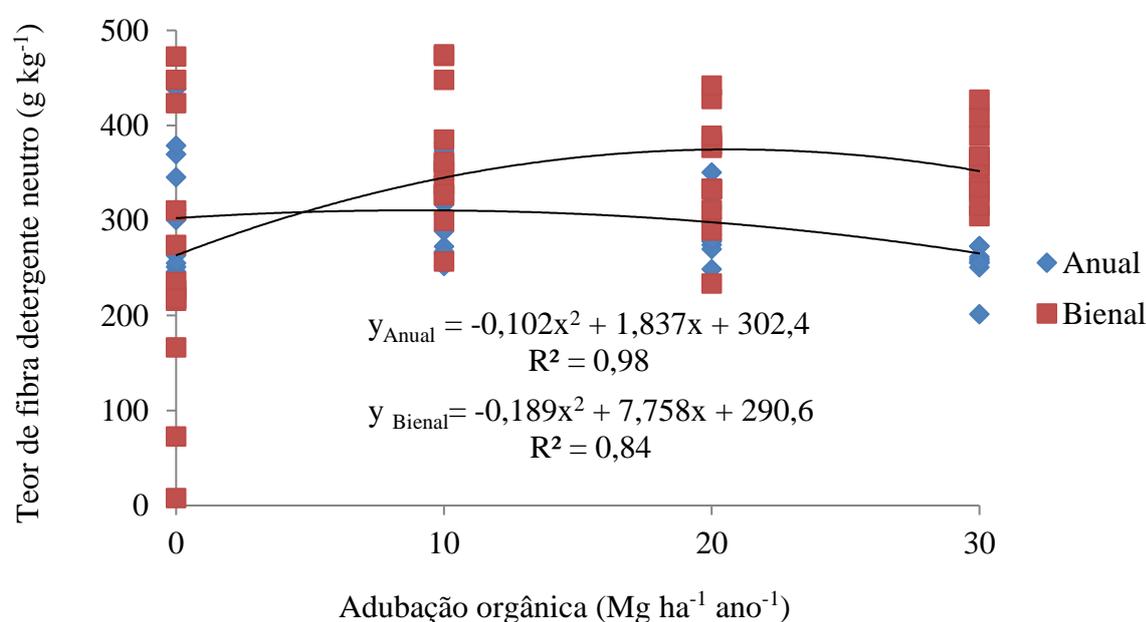


Figura 3. Teor de fibra em detergente neutro da palma ‘Orelha de elefante mexicana’ em função da adubação orgânica e frequência de colheita ($P < 0,05$). Erro padrão = $17,4$.

A decomposição da matéria orgânica aplicada via adubação aumenta a disponibilidade de N e P, os quais atuam de forma sinérgica no solo e são utilizados na formação de novos cladódios, os quais, quando ainda jovens, apresentam baixos teores de fibra (BARROS et al., 2016) e, com o avançar do estágio de maturação, tende a se elevar, em função do maior teor de carboidratos estruturais (PINOS-RODRÍGUEZ et al., 2010; GOMES et al., 2018).

O teor de P respondeu de forma quadrática ($P < 0,01$) aos níveis de adubo orgânico, com a obtenção do maior valor ($7,1 \text{ g kg}^{-1}$ de P), com $25 \text{ Mg MO ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ (Tabela 4). Possivelmente, as sucessivas adubações orgânicas realizadas no experimento desde

2011 contribuíram para elevar o teor de P total. Segundo Donato et al. (2016), ao elevar o nível de 0 para 90 Mg ha⁻¹ ano⁻¹ de esterco bovino, pode-se reduzir a capacidade de adsorção deste elemento no solo, podendo, assim, ter elevado sua disponibilidade e mobilidade das formas orgânicas solúveis no solo, resultando em maiores concentrações de P na palma.

O teor de K decresceu linearmente ($P < 0,05$) com o aumento nos níveis da adubação nitrogenada, sendo o menor valor (26,8 g kg⁻¹ de K), com 360 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de N (Figura 4). Esse comportamento pode ser em função do efeito sinérgico entre N e P, favorecendo a absorção de ambos pelas plantas, pois esses minerais apresentam cargas opostas (NH₄⁺ e H₂PO₄⁻). Portanto, com as aplicações sucessivas de N, provavelmente este se uniu ao P, favorecendo a absorção de ambos, causando efeito contrário na absorção de K, o qual foi absorvido em menor quantidade.

Esse resultado se assemelha ao trabalho realizado por Silva et al. (2012), com adição de NPK em palma ‘Gigante’, em que observaram diminuição do teor K com adição de NP. Esse efeito foi amenizado, quando da aplicação de K, posto que, segundo os autores, houve uma competição pela via de transporte aos quais esses elementos seriam absorvidos pela planta e foi favorecida a via simporte (cargas opostas) em relação à uniporte (NH₄⁺ + K⁺).

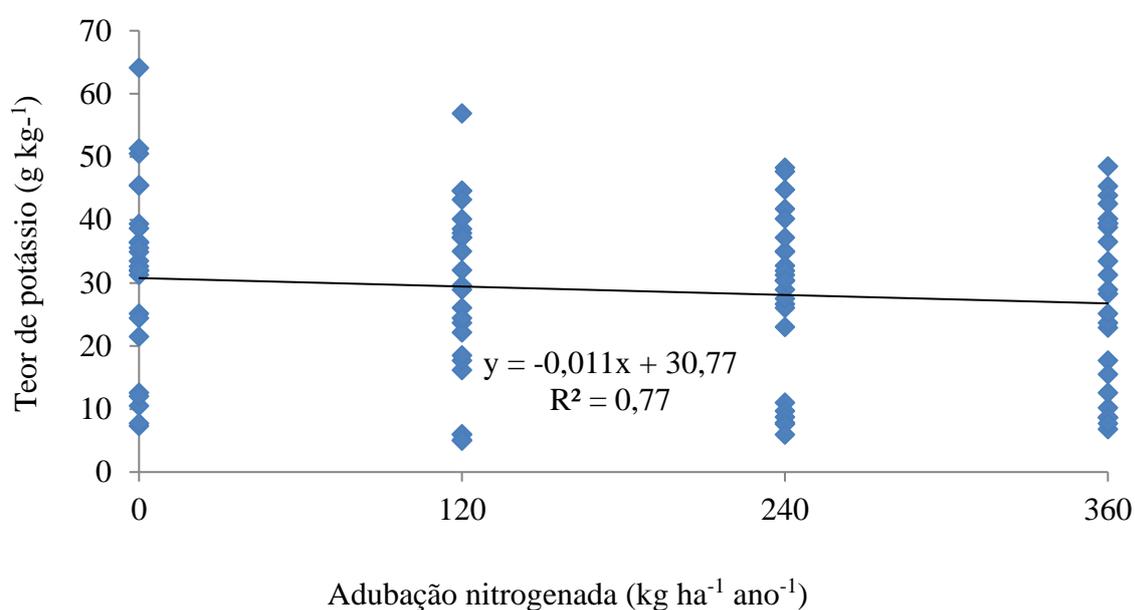


Figura 4. Teores de potássio da palma forrageira ‘Orelha de Elefante Mexicana’ sob efeito de níveis crescentes de adubação nitrogenada ($P < 0,05$). Erro padrão = 1,2.

Também foi observada interação significativa ($P < 0,01$) adubação orgânica x frequência de colheita sobre os teores de K (Figura 5). Foi observado comportamento quadrático nas duas frequências, obtendo maiores valores na colheita anual, em relação à bienal. Os respectivos valores foram 45,8 e 33,2 g kg⁻¹, para 24,6 e 29,9 Mg ha⁻¹ ano⁻¹ de MO.

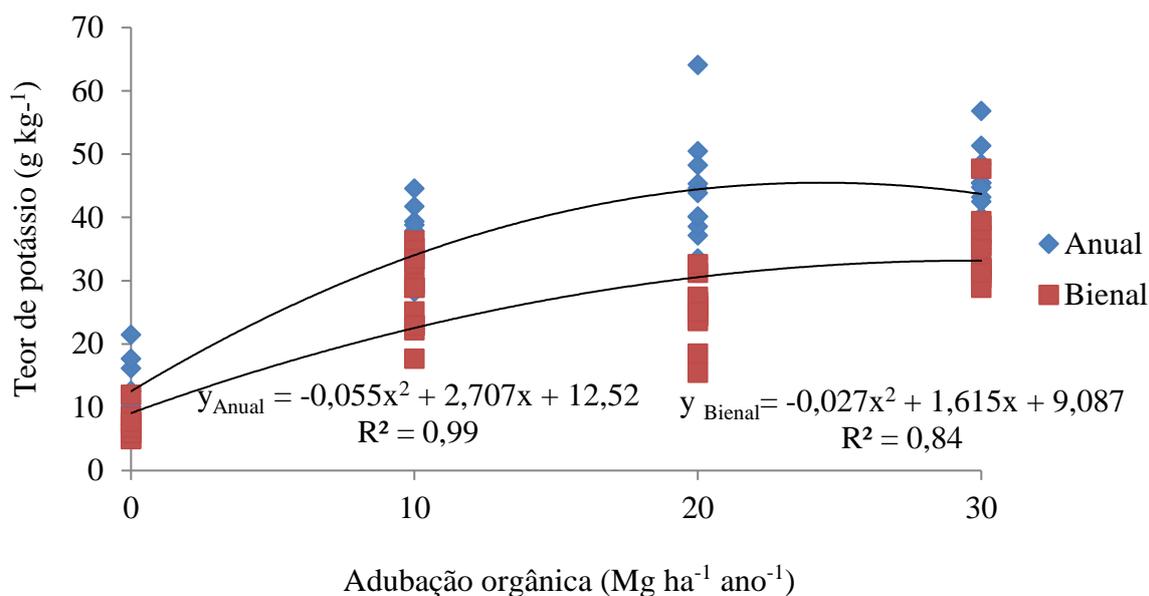


Figura 5. Teor de potássio da palma ‘Orelha de elefante mexicana’ em função da adubação orgânica e frequência de colheita ($P < 0,01$). Erro padrão = 1,7.

A exigência de K na palma forrageira é considerada elevada, ocorrendo maiores extrações do solo à medida que se aumentamos níveis de matéria orgânica no mesmo (SILVA et al., 2016; DONATO et al., 2016; DONATO et al., 2017). Neste contexto, palméis com plantios adensados merecem atenção especial, quanto à reposição de nutrientes, sobretudo os macronutrientes, os quais são extraídos em quantidades relativamente altas, como no presente experimento, o qual apresentava densidade de 27.777 plantas ha⁻¹.

Como foi obtido maior teor MS na frequência bienal, conseqüentemente foram atingidos menores teores de PB, Na e K na frequência bienal, por efeito de diluição (Tabelas 3 e Figura 5), já que apresenta maior idade e, portanto, maior estrutura lignificada e menor proporção de água (DUBEUX JR., et al., 2010; SCALISI et al., 2016). Segundo Silva et al. (2019), na frequência anual a proporção de água é maior, pois os cladódios são mais jovens.

Os teores de Na apresentaram comportamento quadrático ($P < 0,01$) em resposta aos níveis de adubo orgânico, com valor máximo de 9,8 g kg⁻¹, obtido com 26 Mg MO ha⁻¹ ano⁻¹ (Tabela 4). Isso ocorreu possivelmente devido ao aumento da disponibilidade de Na no solo decorrente da decomposição da adubação orgânica, como ocorreu para o P e K.

Esses valores são superiores aos demonstrados por Souza (2015) em palma ‘Miúda’ (0,9 g kg⁻¹ de Na) adubada com os mesmos níveis de matéria orgânica do presente experimento. Assim, é possível que os valores obtidos no presente experimento estejam relacionados à composição da matéria orgânica utilizada, a qual foi proveniente de animais suplementados

com mistura mineral à base de sal comum (cloreto de sódio). Estima-se um consumo diário animal superior a 30,0 g de sal comum (NaCl).

Esse teor de Na elevado também pode estar relacionado a uma possível baixa disponibilidade no solo de outros nutrientes, a exemplo do K, tendo em vista que não foi realizada adubação potássica, aumentando a relação entre Na e K, conforme se observou redução no teor de K das plantas quando se realizou a adubação nitrogenada, como discutido anteriormente. Santos et al. (2016) relataram a relação entre Na e K, em que a presença do primeiro tende a aumentar a indisponibilidade do segundo para as plantas.

4. CONCLUSÕES

Níveis crescentes de adubação nitrogenada promovem aumento no teor de proteína bruta e redução no teor de potássio.

Os teores de fósforo, potássio e sódio aumentaram com a utilização da adubação orgânica.

A frequência de colheita bienal permite colher forragem com maiores teores de fibra e menores de proteína bruta e Na e K.

5. REFERÊNCIAS

BARROS, J.L.; DONATO, S.L.R.; GOMES, V.M.; DONATO, P.E.R.; SILVA, J.A.; PADILHA, M.C. Palma forrageira ‘Gigante’ cultivada com adubação orgânica. **Agrotecnologia**, v.7, p.53-65, 2016.

BEZERRA NETO, E.; BARRETO, L.P. **Análises Químicas e Bioquímicas em Plantas**. 1 ed. Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, Pernambuco, p.267, 2011.

DETMANN, E.; VALADARES FILHO, S.C.; BERCHIELLI, T.T.; CABRAL, L.S.; LADEIRA, M.M.; SOUZA, M.A.; QUEIROZ, A.C. DE; SALIBA, E.O.S.; PINA, D.S.; AZEVEDO, J.A.G. **Métodos para análises de alimentos**. Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia de Ciência Animal. Visconde do Rio Branco, Minas Gerais, p.214, 2012.

DIAS, V.P.; FERNANDES, E. **Fertilizantes**: uma visão global sintética. BNDES Setorial, p. 97-138, 2006.

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, p.1083-1088, 2016.

DONATO, P.E.R.; DONATO, S.L.R.; SILVA, J.A.; PIRES, A.J.V.; SILVA JÚNIOR, A.A. Extraction/exportation of macronutrients by cladodes of 'Gigante' cactus pear under different spacing and organic fertilization. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.21, p.238-243, 2017.

DONATO, P.E.R.; PIRES, A.J.V.; DONATO, S.L.R.; SILVA, J.A.; AQUINO, A.A. Valor nutritivo da palma forrageira ‘Gigante’ cultivada sob diferentes espaçamentos e doses de esterco bovino. **Caatinga**, v.27, p.163 -172, 2014.

DUBEUX JR., J.C.B.; ARAÚJO FILHO, J.T.; SANTOS, M.V.F.; LIRA, M.A.; SANTOS, D.C.; PESSOA, R.A.S. Adubação mineral no crescimento e composição mineral da palma forrageira – Clone IPA-21. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 5, p.129-135, 2010.

DUBEUX JÚNIOR, J.C.B.; SANTOS, M.V.F. dos; LIRA, M. de A.; SANTOS, D.C. dos; FARIAS, I.; LIMA, L.E.; FERREIRA, R.L.C. Productivity of *Opuntia ficus-indica* (L.) Mill., under different N and P fertilization and plant population in North-east Brazil. **Journal of Arid Environments**, v. 67, p. 357-372, 2006.

FERREIRA, I.C.P.V.; ARAUJO, A.V. DE; NASCIMENTO, A. L.; CAVALCANTI, T.F.M.; SANTOS, L.D.T. Cobertura morta e adubação orgânica na produção de alface e supressão de plantas daninhas. **Revista Ceres**, v. 60, p. 582-588, 2013.

FERREIRA, M.A.; SILVA, F.M.; BISPO, S.V.; AZEVEDO, M. Strategies for the supplementation of dairy cows in the Brazilian semi-arid. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, p.322-329, 2009.

GALVÃO JR., J.G.B.; SILVA, J.B.A.; MORAIS, J.H.G.; LIMA, R.N. Palma forrageira na alimentação de ruminantes: cultivo e utilização. **Acta Veterinaria Brasileira**, v.8, p.78-85, 2014.

GOMES, G.M.F.; CÂNDIDO, M.J.D.; LOPES, M.N.; MARANHÃO, T.D.; ANDRADE, D.R. de.; COSTA, J.F.M.; SILVEIRA, W.M.; NEIVA, J.N.M. Chemical composition of cactus pear cladodes under diferente fertilization and harvesting managements. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.53, p.221-228,2018.

INMET, INSTITUTO NACIONAL DE METEROLOGIA. 2018. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?=bdmep/bdmep>>. Acesso em: 20 abr. 2018.

INSTITUTO AGRONÔMICO DE PERNAMBUCO- IPA. **Sessão de índices pluviométricos**. IPA, 2019. Disponível em: http://www.ipa.br/indice_pluv.php#calendario_indices. Acesso em: 02 dez.2019.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Censo agropecuário, dados preliminares**. IBGE, 2017. Disponível em:https://censoagro2017.ibge.gov.br/templates/censo_agro/resultadosagro/agricultura.html?localidade=0&tema=76582. Acesso em: 25 dez.2018.

LEITE, J.R.A.; SALES, E.C.J.; MONÇÃO, F.P.; GUIMARÃES, A.S.; RIGUEIRA, J.P.S.; GOMES, V.M. *Nopalea* cactus pear fertilizedwithnitrogen: morphometric, productiveandnutritionalcharacteristics. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v.40, p.2-8, 2018.

PEIXOTO, M.J.A.; CARNEIRO, M.D.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**, vol. 67, p.35-39, 2018.

PINOS-RODRÍGUEZ, J.M.; VELÁZQUEZ, J.C.; GONZÁLEZ, S.S.; AGUIRRE, J.R.; GARCÍA, J.C.; ÁLVAREZ, G.; JASSO, Y. Effects of cladode age on biomass yield and nutritional value of intensively producedspinelesscactus for ruminants. **South African Journal of Animal Science**, v.40, p.245-250, 2010.

SANTOS, D.C.; SILVA, M.C.; DUBEUX JÚNIOR, J.C.B.; LIRA, M.A.; SILVA, R.M. Estratégias para uso de Cactáceas em Zonas Semiáridas: Novas Cultivares e Uso Sustentável das Espécies Nativas. Revista. **Revista Científica de Produção Animal**. v.15, p.111-121, 2013.

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

SANTOS, R.V.; CAVALCANTE, L.F.; VITAL, A.F.M.; LACERDA, C.F.; SOUZA, E.R.; LIMA, G.S. **Interação salinidade-fertilidade do solo**. In: GHEYI, H.R.; DIAS, N.S.; LACERDA, C.F.; GOMES FILHO, E. Manejo da salinidade na agricultura: Estudos básicos e Aplicados. 2 ed. Fortaleza-CE: INCTSal, 2016. Cap. 18, p.277-294.

SAS Institute Inc. 2001. **SAS Statistics User’s Guide**. Version 8.2. SAS Inst. Inc., Cary, NC, USA.

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

SILVA, A.L.; SOUSA, D.B.; AMORIM, D.S.; SANTOS, M.S.; SILVA, K.B.; NASCIMENTO, R.R. Caracterização morfológica, frequência de colheita e ensilagem de palma forrageira: uma revisão. **Nucleus Animalium**, v.11, 2019.

SILVA, J.A.; BONOMO, P., DONATO, S.L.R.; PIRES, A.J.V.; SILVA, F.F.; DONATO, PAULO E.R. Composição bromatológica de cladódios de palma forrageira sob diferentes espaçamentos e adubações químicas. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.8, p.342-350, 2013.

SILVA, J.A.; BONOMO, P., DONATO, S.L.R.; PIRES, A.J.V.; ROSA, R.C.C.; DONATO, P.E.R. Composição mineral em cladódios de palma forrageira sob diferentes espaçamentos e adubações química. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.7, p.866-875, 2012.

SILVA, J.A.; DONATO, S.L.R.; DONATO, P.E.R.; SOUZA, E.S.; PADILHA JUNIOR, M.C.; SILVA JUNIOR, A.A. Extraction/exportofnutrients in *Opuntiaficus-indica* underdifferentspacingsandchemicalfertilizers. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.20, p.236-242, 2016.

SILVA, N.G.M.; LIRA, M.A.; SANTOS, M.V.F.; DUBEUX JUNIOR, 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, p.2389-2397, 2010.

SILVA V.B.; SILVA A.P.; DIAS, B.O.; ARAUJO, J.L.; SANTOS, D.; FRANCO, R.P. Decomposição e liberação de N, P e K de esterco bovino e de cama de frango isolados ou misturados. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.38, p.1537-1546, 2014.

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

SOUZA, T.C. **Sistemas de cultivo para a palma forrageira cv. Miúda (*Nopalea cochenillifera* Salm Dyck)**.2015. 119p. Tese (Doutorado Integrado em Zootecnia) – Universidade Federal Rural de Pernambuco / Universidade Federal da Paraíba / Universidade Federal do Ceará, Recife.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A palma ‘Orelha de Elefante Mexicana’ possui elevada produção de matéria seca, quando sob adubação orgânica, e frequência de colheita, podendo substituir parcialmente outras culturas na alimentação dos ruminantes.

A composição química da planta, sob efeito da adubação orgânica, nitrogenada e frequência de colheita, apresenta valores adequados para uma produção leiteira economicamente viável, devendo dar preferência a colheitas bienais, pois tende a apresentar teor de fibra mais adequado à ruminação e maior teor de matéria seca, sem comprometer os teores de PB, P, K, de forma a comprometer a qualidade da forragem.

Torna-se viável a utilização de adubo orgânico, por possuir características de modificar a estrutura do solo, liberação lenta e contínua de nutrientes e estar frequente nas propriedades de produção de leite.

A adubação nitrogenada é importante para a elevação da PB, mas pode diminuir o teor de potássio, e, dependendo da fonte de adubo como a ureia, pode haver perdas elevadas de N. As condições de alta temperatura e irregularidades das chuvas, característico da Região Semiárida, contribui para o aumento de perdas de N por volatilização.