



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MONTES CLAROS
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLÓGICAS
(CCET)
CURSO DE ZOOTECNIA**

Annamaria de Oliveira Siqueira

**MORFOMETRIA, PRODUÇÃO E COMPOSIÇÃO
QUÍMICO-BROMATOLÓGICA DE CULTIVARES DE
PALMA FORRAGEIRA SUBMETIDOS À ADUBAÇÃO
ORGÂNICA**

Janaúba - MG

2018

Annamaria de Oliveira Siqueira

**MORFOMETRIA, PRODUÇÃO E COMPOSIÇÃO
QUÍMICO-BROMATOLÓGICA DE CULTIVARES DE
PALMA FORRAGEIRA SUBMETIDOS À ADUBAÇÃO
ORGÂNICA**

Dissertação apresentada à Universidade Estadual de Montes Claros como parte das exigências do Programa de Pós-graduação em Zootecnia, área de concentração em Produção Animal, para obtenção do título de “Mestre em Zootecnia”.

Orientadora
Prof. Dra. Eleuza Clarete Junqueira de Sales

Janaúba - MG

2018

FICHA CATALOGRÁFICA
Elaborada pela Biblioteca Setorial do Campus Avançado de
Janaúba
UNIMONTES

Siqueira, Annamaria de Oliveira

S618m Morfometria, produção e composição químico-bromatológica de cultivares de palma forrageira submetidos à adubação orgânica [manuscrito] / Annamaria de Oliveira Siqueira. – 2018.
22 p.

Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Universidade Estadual de Montes Claros – Janaúba, 2018.

Orientadora: Prof^a. D. Sc. Eleuza Clarete Junqueira de Sales.

1. Adubação. 2. Esterco. 3. Fertilização de plantas. 4. Palma forrageira. I. Sales, Eleuza Clarete Junqueira de. II. Universidade Estadual de Montes Claros. III. Título.

CDD. 633.85

Catalogação: Joyce Aparecida Rodrigues de Castro Bibliotecária

CRB6/2445

ANNAMARIA DE OLIVEIRA SIQUEIRA

MORFOMETRIA, PRODUÇÃO E COMPOSIÇÃO QUÍMICO-
BROMATOLÓGICA DE CULTIVARES DE PALMA FORRAGEIRA
SUBMETIDOS À ADUBAÇÃO ORGÂNICA

Dissertação apresentada à Universidade Estadual de Montes Claros, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, área de concentração em Produção Animal, para obtenção do título de Mestre em Zootecnia.

APROVADA em 22 de FEVEREIRO de 2017.



Prof.ª Dra. Eleuza Clarete Junqueira de
Sales
UNIMONTES
(Orientadora)



Prof. Dr. Dorismar David Alves
UNIMONTES



Prof. Dr. Flávio Pinto Monção
UNIMONTES



Prof. Dr. Virgílio Mesquita Gomes
UNIMONTES



Dra. Leidy Darmony de Almeida Rufino
EPAMIG

JANAÚBA
MINAS GERAIS – BRASIL
2018

AGRADECIMENTOS

A Deus pela vida, pela saúde, pela família, pela força para vencer os desafios e por sempre colocar no meu caminho pessoas que me fizeram crescer e aprender;

À Universidade Estadual de Montes Claros (Campus Janaúba) e aos membros do Programa de Pós Graduação em Zootecnia;

À Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG) pela concessão da bolsa de estudos;

À professora DSc. Eleuza Clarete Junqueira de Sales, pela oportunidade de orientação, pela dedicação, pelos conselhos e incentivos por todo período de pós-graduação;

Ao meu coorientador, Dorismar David, pelos ensinamentos, paciência e excepcional profissionalismo;

Aos colegas, estagiários e aos funcionários da fazenda experimental da Unimontes, que me auxiliaram e ajudaram na fase experimental, muito obrigada pelo apoio, pelos momentos de muito trabalho e alegria: sem vocês essa etapa seria muito mais difícil de ser cumprida;

Ao querido colega Flávio Monção, parceiro na condução e conclusão deste experimento, que desde o início me deu apoio e ânimo pra seguir em frente;

Às amigas Marielly e Daniella, parceiras nos momentos de dificuldades, obrigada pela colaboração, atenção e amizade constante;

À minha família, sem os quais eu jamais chegaria até aqui, pois o amor, carinho e compreensão me deram ânimo e a certeza de

que estou no caminho certo. Obrigada por sempre acreditarem que eu seria capaz!

Enfim, a todos aqueles que participaram direta ou indiretamente para que esse trabalho pudesse ser concluído.

Muito obrigada!!!

RESUMO

SIQUEIRA, Annamaria Oliveira. **Morfometria, produção e composição químico-bromatológica de cultivares de palma forrageira submetidos à adubação orgânica.** 2018. 55p. (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Estadual de Montes Claros, Janaúba, MG¹.

O objetivo do experimento foi avaliar os componentes produtivos, morfométricos e bromatológicos de duas cultivares de palma forrageira, submetidas a doses de adubação orgânica. O delineamento utilizado foi o de blocos completos casualizados em esquema fatorial de 5 x 2 (cinco doses - 0, 25, 50, 75 e 100 t ha⁻¹), tendo como fonte esterco bovino e duas cultivares Orelha de Elefante Mexicana (*Opuntia stricta*) e Mão de Moça (*Nopalea cochenillifera*), com três repetições. Para as características produtivas não foi observado efeito da interação entre as doses de adubo e cultivares de palma forrageira (DxC) na produção de matéria verde (PMV) e na altura (AL). Por outro lado, foi observado efeito isolado de doses e de cultivares nas características produtivas. Para as características morfométricas, houve efeito de doses de adubo e de cultivares de palma, aumentando linearmente as características morfométricas de acordo ao aumento das doses de adubo fornecidas. A variável bromatológica produção de matéria seca, não apresentou efeito da interação (DxC), bem como também não teve efeito de cultivares, no entanto sofreu efeito das doses aplicadas, apresentando efeito linear decrescente com relação às doses fornecidas. A adubação orgânica na palma forrageira proporcionou a cultivar Orelha de Elefante Mexicana (OEM) maior número total de cladódios, maiores valores de matéria verde e índice de área de cladódio o que fez com que a variedade se sobressaísse como mais produtiva, quando comparado a variedade Mão de Moça (MM).

Palavras-chave: cactácea, esterco bovino, mão de moça, matéria seca, orelha de elefante mexicana.

¹**Comitê de Orientação:** Prof. DSc. Eleuza Clarete Junqueira de Sales – Departamento de Ciências Agrárias/UNIMONTES (Orientadora); Prof DSc.

Dorismar David Alves – Departamento de Ciências Agrárias/ UNIMONTES
(Coorientador).

ABSTRACT

SIQUEIRA, Annamaria Oliveira. **Morphometry, production and bromatological composition of spineless cactus cultivars to organic fertilization.** 2018. 55p. (Master in Animal Science) – Universidade Estadual de Montes Claros, Janaúba, MG².

The objective of the experiment was to evaluate the productive, morphometric and bromatological components of two spineless cactus cultivars submitted to organic fertilization. The experimental design was a randomized complete block in a factorial scheme of 5 x 2 (five doses - 0, 25, 50, 75 and 100 t ha⁻¹), having as source bovine manure and two cultivars “Mexican Elephant Ear” (*Opuntia stricta*) and “Girl's Hand” (*Nopalea cochenillifera*), with three replicates. For productive characteristics was not observed effect of the interaction between doses of fertilizer and cactus pear cultivars (DxC) in the production of green matter (PGM) and height (H). On the other hand, an isolated effect of doses and cultivars was observed on the productive characteristics. For the morphometric characteristics, there was an effect of doses of fertilizer and palm cultivars, linearly increasing the morphometric characteristics according to the increase of the doses of fertilizer supplied. The bromatological variable dry matter production showed no effect of the interaction (DxC), as well as no effect of cultivars, however, it had an effect of the applied doses, presenting a linear decreasing effect in relation to the doses supplied. The organic fertilization in the forage palm provided the highest number of cladodes, the highest values of green matter and the cladode area index, to the cultivar Mexican Elephant Ear (MEE), which made the variety stand out as more productive when compared to the variety Girl's Hand (GH).

Keywords: cactaceous, bovine manure, fertilization, hand of girl, dry matter, mexican elephnt ear

¹**Guidance Committee:** Prof. DSc. Eleuza Clarete Junqueira de Sales – Departamento de Ciências Agrárias /UNIMONTES (Advisor); Prof DSc. Dorismar David Alves – Departamento de Ciências Agrárias/ UNIMONTES (Coadvisor).

LISTA DE TABELAS

| | |
|---|----|
| TABELA 1 – Características produtivas e estruturais de dois cultivares de palma forrageira, Orelha de Elefante Mexicana (<i>Opuntia stricta</i>) e Mão de Moça (<i>Nopalea cochenillifera</i>) sob doses de adubação orgânica com esterco bovino | 23 |
| TABELA 2 – Características morfométricas de dois cultivares de palma forrageira Orelha de Elefante Mexicana (<i>Opuntia stricta</i>) e Mão de Moça (<i>Nopalea cochenillifera</i>) sob doses de adubação orgânica com esterco bovino | 26 |
| TABELA 3 – Composição química de dois cultivares de palma forrageira Orelha de Elefante Mexicana (<i>Opuntia stricta</i>) e Mão de Moça (<i>Nopalea cochenillifera</i>) sob doses de adubação orgânica com esterco bovino | 30 |

SUMÁRIO

| | |
|---|------------|
| RESUMO | i |
| ABSTRACT | iii |
| LISTA DE TABELAS | v |
| 1 INTRODUÇÃO | 1 |
| 2 REVISÃO DE LITERATURA | 4 |
| 2.1 Origem e introdução da palma no Brasil | 4 |
| 2.2 A cultura da palma e sua importância para o semiárido | 5 |
| 2.3 Cultivares de palma como forrageira..... | 7 |
| 2.4 Adubação do palmar | 9 |
| 2.5 Aspectos Morfométricos e Produtivos..... | 11 |
| 2.6 Aspectos Bromatológicos | 13 |
| 3 MATERIAL E MÉTODOS | 14 |
| 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO | 20 |
| 5 CONCLUSÕES | 32 |

1 INTRODUÇÃO

A região semiárida é marcada por suas limitações climáticas, que tem como resultado deste processo, estiagens prolongadas que restringe grande parte da produção de alimentos, especialmente para os rebanhos da região, uma vez que, reduz parte do potencial produtivo das plantas forrageiras utilizadas na alimentação animal.

A seca é uma realidade que faz parte do cotidiano dos habitantes inseridos nessa região, e conviver com essa limitação requer o uso de estratégias a fim de contornar a redução de forragem e evitar perdas nos sistemas de produção. É neste contexto que a palma surge como uma alternativa forrageira para os rebanhos, sendo cada vez mais utilizada não somente durante os períodos de estiagem, mas sim durante todo ciclo de produção, se destacando como um dos principais alimentos fornecidos aos animais.

O cultivo da palma como forrageira tem por finalidade evitar os riscos de perdas e manter níveis adequados de produtividade, uma vez que o cultivo de culturas anuais nestas regiões tornou-se a ser uma prática arriscada (Dubeux Júnior. et al., 2015), sendo necessário portanto, o cultivo de plantas perenes adaptadas às condições semiárida locais, aliada ao incremento de técnicas sustentáveis.

O fato da palma forrageira se adaptar a ambientes onde o estresse hídrico é constante, advém de seus mecanismos fisiológicos especiais no que se refere à absorção, aproveitamento e perda de água. As variedades de palma mais cultivadas pertencem aos gêneros *Opuntia* e *Nopalea* por apresentarem maiores habilidades de

resistirem à secas prolongadas (GEBRESAMUEL e GEBRE-MARIAM, 2012).

Um dos pontos mais importantes no cultivo da palma está relacionado ao planejamento ao implantar a cultura, visto que a escolha da área, preparo do solo, adubação, escolha das mudas, época de plantio, espaçamento e densidade de plantas, são medidas que assumem maior relevância, quando se objetiva maior rendimento dessa cultura.

O crescimento e o desenvolvimento das plantas também sofrem influência dos fatores climáticos e, de maneira complementar, têm sido adotados métodos alternativos, que também possibilitam a maximização na produção da cultura da palma, como o uso sustentável de água, por meio da irrigação suplementar para complemento das chuvas no período de estiagem.

Dentre as diversas práticas possíveis de serem utilizadas na cultura da palma forrageira, a de adubação, especialmente a orgânica proveniente do esterco de curral tem se destacado por está diretamente associada à sustentabilidade dos sistemas agropecuários, uma vez que resulta em boas produtividades do palmar (Lopes, Santos e Vasconcelos, 2012), aumento na extração de nutrientes pela cultura (Donato et al., 2017), melhor desempenho das características estruturais e do valor nutricional (DONATO et al., 2014; BARROS et al., 2016).

A partir do conhecimento da capacidade de resposta da palma à adubação orgânica é possível saber o efeito da adubação frente ao

incremento, bem como minimizar possíveis perdas na aplicação, que por sua vez tendem a reduzir prejuízos nos sistemas de produção.

Face ao exposto, este estudo teve como objetivo avaliar os componentes morfométricos, produtivos e bromatológicos de dois cultivares de palma forrageira, submetidas a doses de adubação orgânica.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Origem e introdução da palma no Brasil

Utilizada para diversas finalidades a palma forrageira é uma espécie nativa do continente americano, mais precisamente do México (LIMA, 2001), que se adaptou bem em boa parte do semiárido brasileiro e do mundo, por apresentar características anatômicas, morfológicas, fisiológicas e bioquímicas de adaptação frente aos rigores climáticos (CÂNDIDO et al., 2013).

Relatos acerca da introdução da palma no Brasil citam empresários Nordestinos do ramo da indústria têxtil como os principais idealizadores da cultura. A implantação da palma tinha por finalidade a obtenção do corante carmim, substância produzida pela cochonilha-do-carmim (*Dactylopius opuntiae*) inseto hospedeiro da planta. Ao difundirem a palma, obtinha-se então o corante que seria empregado no processo de tingimento dos tecidos em suas indústrias.

Contudo, no início da década de 20, os derivados do petróleo (tintas e esmaltes sintéticos) começaram a ser lançados no mercado de maneira intensiva, de forma que o processo de produção do carmim tornou-se inviável (SUASSUNA, 2009). Sem êxito em sua exploração inicial, a palma passou a ser utilizada para fins ornamentais, e posteriormente, descoberta como planta forrageira, durante o período da grande seca de 1932, quando introduzida na alimentação dos rebanhos (LIMA, 2001).

Desde então, a palma passou a ser cultivada em larga escala, chegando a mais de 600 mil hectares implantados na região Nordeste, onde se encontra a maior área cultivada de palma forrageira do mundo (Dubeux Júnior et al., 2013), sendo contabilizado recentemente 32 gêneros, com 160 espécies distribuídas em todas as regiões do Brasil (NECCHI, 2011).

2.2 A cultura da palma e sua importância para o semiárido

Espécie com grande plasticidade fenotípica que exerce importante papel na capacidade de adaptação às condições do habitat (LARCHER, 2000). A palma forrageira é uma cactácea que apresenta metabolismo caracterizado como MAC (Metabolismo Ácido Crassuláceo ou plantas CAM). Plantas de metabolismo MAC realizam a abertura de seus estômatos para captura do CO₂, necessário para seu metabolismo principalmente à noite, diferente de plantas C₃ e C₄ (NOBEL, 2001). O CO₂ absorvido durante a noite é armazenado temporariamente na forma de ácido málico no vacúolo celular, para posteriormente ser utilizado nas reações fotossintéticas no dia seguinte (SANTOS et al., 2011).

A abertura dos estômatos no período da noite permite a palma uma menor temperatura interna, em razão da menor insolação direta recebida, promovendo uma menor perda de água por transpiração (Scheinvar, 2012), além de evitar a perda de CO₂ interno para a atmosfera interna (TAIZ et al., 2017).

De acordo com Donato et al. (2017a), plantas MAC podem ser classificadas quanto à variação no seu mecanismo fotossintético em C₃ – MAC facultativa. A variação no comportamento MAC em plantas MAC facultativa pode ser influenciada pelas condições ambientais, salinidade do solo, temperatura, radiação, temperatura, idade da planta e suculência (LARCHER, 2000). Outra característica inerente às plantas deste metabolismo é a realização da fotossíntese mesmo em condições mínimas de água (TAIZ e ZEIGER, 2013).

Diante dos reflexos climáticos da região semiárida, a palma forrageira torna-se uma opção viável para contornar a redução de forragem nas épocas de seca, visto que a cultura requer uma baixa necessidade hídrica. Contudo segundo Lima et al. (2015) o seu cultivo pode ser potencializado pela aplicação de água, mesmo que em quantidades mínimas. Assim, garantindo a sustentabilidade dos sistemas de produção no semiárido brasileiro com custos razoáveis para os produtores e qualidade na dieta dos animais.

A palma forrageira apresenta múltiplas finalidades, contudo, se consolidou no semiárido como forrageira e de fundamental importância nos diversos sistemas de produção pecuário, setor este que apresenta grande importância econômica e social para a região, apesar do baixo desempenho produtivo, em decorrência da escassez de alimentos e de plantas forrageiras de qualidade.

É evidente o potencial da cultura no que diz respeito à contribuição ao desenvolvimento das zonas áridas e semiáridas. Leite et al. (2014), em um estudo realizado no Cariri Paraibano, constataram que 98,5% das unidades produtivas de palma, tem por finalidade seu

uso na alimentação animal como forragem. Contudo, a forte procura pelos pecuaristas e a crescente valorização comercial dessa forrageira, fez com que alguns produtores (1,5%) percebessem o nicho de mercado da produção da palma para comercialização, por meio de venda das mudas “raquetes”, atividade essa que tende a crescer e assim ajudar na multiplicação da cultura e na rentabilidade do sistema.

2.3 Cultivares de palma como forrageira

A palma forrageira tornou-se uma planta de grande importância para os sistemas produtivos do semiárido, contudo a baixa adaptabilidade dos cultivares as mais distintas condições edafoclimáticas, bem como a susceptibilidade a pragas e doenças, ainda são consideradas umas das principais causas dos baixos índices agronômicos da cultura. Reconhecendo o problema, o Instituto Agronômico de Pernambuco (IPA), primeiramente, e a Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), posteriormente, iniciaram um programa de melhoramento da cultura visando desenvolver novos clones e, posteriormente, a ampliação da base genética da palma forrageira (SANTOS et al., 2012).

Diante do exposto, os trabalhos de seleção da palma forrageira visaram especificamente à busca do seguinte ideotipo: 1. Planta com baixa presença de pelos e de espinhos; 2. Planta resistente a cochonilha do carmim e de escamas; 3. Planta com pouco ou nenhum sintoma das principais doenças; 4. Elevada produção de forragem; 5. Baixa perda no stand e 6. Qualidade da forragem similar as atualmente

cultivadas (LIRA, et al., 2006). Dentre as variedades introduzidas, duas têm se destacado quanto ao ideotipo, a Orelha de Elefante Mexicana e a IPA Sertânia, ambas resistentes a cochonilha do carmim (LOPES et al., 2010).

O clone IPA Sertânia, palma mão de moça ou palma baiana (*Nopalea cochenillifera*) vem sendo recentemente plantada nas regiões de Pernambuco e Bahia, tem como característica a ausência de espinhos, o que a torna mais vantajosa do ponto de vista ergonômico para o trabalhador (SILVA, et al., 2017). Por outro lado, SANTOS et al. (2013), trabalhando com a variedade em áreas do Pernambuco com a presença de Fusariose, constataram uma suscetibilidade da cultivar ao fungo, com baixo índice de sobrevivência, em torno de 40%.

A palma Orelha de Elefante Mexicana (*Opuntia stricta*) foi introduzida pelo programa de melhoramento do IPA, do México para o Brasil (SILVA et al., 2017). Esse cultivar tem como característica a presença de espinhos, o que dificulta seu manejo como forrageira e tende a dificultar a aceitação pelo animal. SANTOS (2012) observou redução no consumo de matéria seca de ovinos alimentados com a cultivar orelha de elefante mexicana e atribuiu esse fato a morfologia da espécie.

No entanto, essa característica garante a espécie uma maior resistência à seca, uma vez que os espinhos servem para reduzir a temperatura do caule durante o dia e sua presença diminui também a captação de luz pelo cladódio (NOBEL, 1983). O clone se adaptou bem as condições do semiárido brasileiro, apresentando índice de sobrevivência superior a 90% (SANTOS et al., 2013).

Em termos produtivos, Silva et al. (2015) em Serra Talhada, Pernambuco, sob condições de sequeiro e corte realizado dois anos após o plantio, obtiveram uma produção com a OEM de (163 t MV ha⁻¹), sendo a variedade superior a IPA Sertânia (124,3 t MV/ha) e a palma Miúda (117,5 t MV ha⁻¹). Entretanto, ainda são poucas as informações quanto ao real desempenho produtivo destes clones.

2.4 Adubação do palmal

Estabelecer o manejo dos sistemas agrícolas fundamentados no uso de espécies, práticas de cultivo adaptados e tecnologias que vise o aumento da produtividade e a segurança produtiva devem integrar o sistema de produção no semiárido, uma vez que o manejo influencia na produção obtida e na longevidade do palmal (SANTOS et al., 2012).

Fialho et al. (2013) destacaram que sistemas tradicionais de cultivo levam à redução na qualidade, resistência e resiliência dos solos do semiárido brasileiro, e requer períodos de repouso longos para retornar suas propriedades. Estes autores afirmaram ainda que a sustentabilidade da agricultura nessas regiões seja dependente da manutenção dos níveis adequados ou de incorporação de matéria orgânica ao solo.

A prática da adubação no cultivo da palma forrageira, seja ela orgânica ou mineral, vem se intensificando nos últimos anos, uma vez que a cultura é exigente quanto às características físico-químicas do

solo extraindo grande quantidade de nutrientes (SANTOS et al., 1990; SILVA et al., 2016; DONATO et al., 2017).

Ao considerar-se que a estrutura fundiária dos municípios tidos como semiárido é formada, na sua maior parte, por pequenas propriedades, o adubo orgânico utilizado geralmente é proveniente dos animais instalados na própria propriedade, o que se torna uma estratégia de manejo fundamental para aumentar a eficiência na produção de forragem (DUBEUX JÚNIOR et al., 2010). Almeida (2011), em um levantamento realizado no Estado da Bahia constatou que aproximadamente 64% dos produtores utilizam adubação orgânica no cultivo da palma e destes, somente 3,2% utilizam adubação mineral associada com adubação orgânica.

O incremento das doses de adubo orgânico aplicado no solo é capaz de duplicar a produtividade do palmar, (DONATO et al, 2014), além de fornecer nutrientes, disponibilizando rapidamente o fósforo e o potássio e o nitrogênio fica na dependência da facilidade de degradação dos compostos (FINATTO et al., 2014)

Para Dubeux Júnior. et al. (2015) se bem manejadas, as cultivares dos gêneros *Opuntia* e *Nopalea* chegam a produzir 50-60 vezes mais forragem por unidade de área que as pastagens nativas em ambientes semiáridos. Silva et al. (2015), avaliando o crescimento da palma forrageira com e sem adubação, concluíram que a adubação isolada influenciou o número de cladódios a partir dos 60 dias após o plantio.

Em trabalho realizado por Donato (2011) na região de Guanambi- BA constatou-se que o incremento de doses de esterco

bovino de 0 até 90 Mg ha⁻¹ ano⁻¹ promoveu uma maior extração de nutrientes da planta, elevou os seus teores nos cladódios, aumentou a altura das plantas, a quantidade e o comprimento dos cladódios, melhoraram a qualidade e aumentaram a produção de forragem pela palma “Gigante”.

Souza (2015) avaliou o efeito de diferentes níveis de adubação orgânica e mineral em duas frequências de colheita na palma miúda, constatou que o número de cladódios por planta aumentou à medida que se elevou o nível da adubação orgânica, até atingir o ponto de máxima resposta com 24,56 e 27,74 t de MO ha⁻¹ano⁻¹ e emissão de 20,39 e 36,63 cladódios, nas colheitas anuais e bienais, respectivamente.

Diante do exposto fica claro que o uso de manejos eficientes na cultura da palma, em especial a adubação, contribui para elevar a produtividade, a longevidade da cultura e a recuperação dos solos garantindo a sustentabilidade dos sistemas de produção nas regiões, tornando-se uma estratégia interessante.

2.5 Aspectos Morfométricos e Produtivos

O conhecimento das variáveis morfológicas dos cladódios assim como as estruturais da planta podem influenciar a fisiologia e o crescimento da palma, afetando a resposta produtiva da cultura (ROCHA, VOLTOLINI e GAVA, 2017). Na maioria das vezes essas características são determinadas pelo genótipo, porém, são fortemente

influenciadas pelo ambiente, pelo manejo cultural e do solo a que são submetidas (COSTA, 2010).

A maior produtividade de uma cultura em determinada região depende de suas características morfológicas e da sua capacidade de adaptação ao ambiente, as quais favorecem a conversão de água, radiação e nutrientes em fotoassimilados (FIRINCIOGLU et al., 2010). Silva et al. (2017) salienta que para uma cultivar expresse todo seu potencial produtivo é necessário que o sistema de produção e as condições ambientais estejam alinhados com as suas especificidades.

Peixoto (2009) constatou incremento no número de cladódios por planta de 8,9 para 11,6 com aplicação de 30 Mg ha⁻¹ ano⁻¹ de adubação orgânica e plantio em pleno sol, e concluiu que a adubação induzem a um melhor desempenho da palma forrageira. Donato et al. (2014) verificaram que o incremento de doses de esterco bovino até 90 Mg ha⁻¹ ano⁻¹ melhoram a performance das características estruturais e estimam a máxima produção de massa seca em 21,8 Mg ha⁻¹, com aplicação de 71,8 Mg ha⁻¹ ano⁻¹ de esterco bovino.

Ramírez-Tobias et al. (2010) relacionam o tamanho dos cladódios com as diferenças nas respostas produtivas de genótipos de palma forrageira, sobretudo quanto aos diferentes gêneros verificando menor produtividade da *Nopalea* em relação a *Opuntia*. Pinheiro et al. (2014) constataram que o índice de área de cladódio da palma forrageira possui correlação com as características estruturais como a altura e a largura da planta e que, por sua vez, pode afetar a produtividade.

2.6 Aspectos Bromatológicos

A palma forrageira de maneira geral apresenta composição química variável conforme a época do ano, idade da planta, ordem do artigo, espécie, variedade, manejo de adubação, espaçamento de plantio, entre outros fatores (DUBEUX JÚNIOR et al., 2010). A palma forrageira apresenta em seus cladódios, caules modificados que funcionam como folhas e caule, e as seguintes características bromatológicas: alto teor de umidade; altos teores de carboidratos não fibrosos; elevada digestibilidade e baixos teores de fibra e de proteína (LIRA et al., 2011).

O elevado teor de água presente nas variedades de palma forrageira contribui significativamente para seu uso em regiões mais secas, podendo suprir em até 90% das exigências de água dos animais (PESSOA et al., 2010). É um alimento rico em carboidratos não fibrosos (CNF), boa aceitabilidade, digestibilidade e bom valor energético, o que o faz substituir o milho nos sistemas de produção no semiárido (ALMEIDA, 2012).

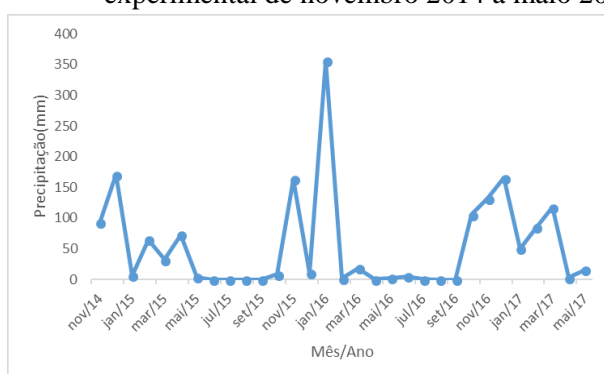
Contudo, alguns aspectos presentes em sua composição química como os baixos teores de fibra e de proteína bruta (PESSOA et al., 2013), deve ser levado em consideração quando sua utilização está presente na alimentação de ruminantes, uma vez que o nível adequado de fibra e de proteína bruta se faz necessário nas rações dos animais para o adequado desempenho animal.

3 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido de Novembro de 2014 a Julho 2017, instalado numa área da Fazenda Experimental, da Universidade Estadual de Montes Claros – UNIMONTES, localizada no município de Janaúba, no Norte de Minas Gerais, cujas coordenadas geográficas são latitude 15°52'38" S, longitude 43°20'05" W e altitude de 533 m, onde o clima predominante, segundo a classificação de Köppen é do tipo Aw, caracterizado por um verão chuvoso e inverno seco. A precipitação média anual é de 830 mm, irregularmente distribuída de novembro a abril, com temperatura média anual de 26 °C e máxima de até 40 °C (ANTUNES, 1986).

Os dados da precipitação pluviométrica referente ao período experimental foram retirados do Posto Meteorológico da EPAMIG Nova Porteirinha.

GRÁFICO 1 - Dados pluviométricos (mm) durante o período experimental de novembro 2014 a maio 2017



Fonte: Feito com o software Excel e dados da EPAMIG Norte.

Foi utilizado como material forrageiro dois cultivares de palma forrageira, a Orelha de Elefante Mexicana (OEM) e a Mão de Moça (MM). A implantação do palmar ocorreu no dia 24 de novembro de 2014, numa área de 250m², em um solo da classe latossolo vermelho eutrófico (EMBRAPA, 2006). As coletas das amostras de solo para análise química foram feitas no início do experimento apresentando as seguintes características químicas na camada de 0 a 20 cm: pH em H²O: 6,0; fósforo e potássio (Melich⁻¹) 65,7 e 207 mg dm⁻³, respectivamente; cálcio, magnésio e alumínio (extrator KCl¹ mol/L), 3,1; 1,6 e 1,6 cmolc dm⁻³, respectivamente; matéria orgânica, 1,3 dag kg⁻¹, saturação por bases, 77 % e CTC, 6,8 cmolc dm⁻³. Em virtude dos resultados da análise química do solo não foi necessário realizar a correção da acidez e adubação para implantação do palmar.

A área foi previamente preparada com aração e gradagem, para remoção de ervas daninhas predominantes na região e destorroamento do solo para facilitar o desenvolvimento das raízes da cultura. A abertura dos sulcos foi realizada com sulcadores a uma profundidade de 50 cm.

O espaçamento utilizado foi de 1,80 m x 0,40 m para o cultivar OEM e espaçamentos de 1,40 m x 0,40 m para o cultivar MM por apresentar crescimento mais horizontal.

Os cladódios utilizados para plantio foram pré-selecionados, estando saudáveis, vigorosos e sem manchas. Antes do plantio eles foram armazenados em um galpão, à sombra, para cicatrização do corte por um período de 15 dias. O plantio dos cladódios foi realizado na

posição vertical, com a região do corte voltada para baixo, dispostos um após outro, com as faces dos cladódios voltadas no sentido leste-oeste e enterradas cerca de 50% no solo.

Utilizou-se um delineamento em blocos completos casualizados em esquema fatorial de 5 x 2 (cinco doses - 0, 25, 50, 75 e 100 t ha⁻¹), tendo como fonte esterco bovino curtido e dois cultivares de palma de gêneros diferentes, OEM (*Opuntia stricta*) e MM (*Nopalea cochenillifera*), com três repetições.

Todos os blocos e parcelas foram devidamente identificados com estacas numeradas, posteriormente foi realizado o sorteio experimental, direcionando a dose de esterco de cada parcela.

Em 04 de março de 2015, foi realizada a adubação orgânica do palmar, no qual o esterco bovino curtido foi distribuído manualmente e uniformemente, obedecendo à dose experimental total de cada parcela. As capinas nas parcelas experimentais foram realizadas de forma manual, mantendo-se a área livre de plantas daninhas.

O palmar foi conduzido no primeiro ano sob sequeiro, no entanto em virtude do balanço hídrico negativo na maioria dos meses foi necessária a implantação do sistema de irrigação. A irrigação suplementar foi realizada por gotejamento e o intervalo de reposição de água nas parcelas era a cada 15 dias. Em média o tempo de aplicação de água teve a duração de quatro horas, com lâmina aplicada de 16,4 mm a cada 15 dias, considerando 0,52 de coeficiente da cultura (Kc) (QUEIROZ et al., 2015).

Em 29 de maio de 2017, após 917 dias após o plantio, por ocasião da colheita, foi realizada a aferição das características

estruturais do palmal e morfométricas dos cladódios em quatro plantas da área útil das parcelas mensurando os seguintes parâmetros: altura de plantas (AP), número de cladódios totais (NCT), comprimento (CC) e largura (LC) e espessura (EC).

Para avaliação da parte área da planta realizou-se a medição da altura, com o uso de uma fita métrica graduada em cm, a distância compreendida correspondeu desde o ápice do cladódio mais alto até a base da planta no solo. Para realização das medições de largura e comprimento dos cladódios, utilizou-se uma fita métrica graduada em cm e considerou-se a região de maior largura do cladódio e comprimento, para mensurar a espessura do cladódio utilizou-se de um paquímetro manual digital. As avaliações morfométricas foram feitas seguindo à ordem dos cladódios em primário, secundário e terciário.

A área dos cladódios (ACL) foi estimada para cada cultivar com os dados obtidos de largura e comprimento, conforme metodologia descrita por Silva et al. (2014), onde foi determinada pela expressão: $0,7318(1-\exp(-0,0034.cc.lc))/0,0034$ para o cultivar MM e $0,7086(1-\exp(-0,000045765.cc.lc))/0,000045765$ para a OEM. Já o índice de área do cladódio (IAC) foi determinado pela metodologia de Rocha et al., (2017) como se segue: (área de cladódio (cm²) x número de cladódios por planta)/10.000/(E1 x E2), sendo 10.000 o fator de conversão de cm² para m² e E1 x E2 é o espaçamento entre fileiras e entre plantas, respectivamente. A determinação da produção de massa verde foi realizada com o corte de quatro plantas no cultivar MM e seis plantas para o cultivar OEM na área útil de cada parcela, pesadas

no campo em balança pendular digital, sendo o valor extrapolado para o número de plantas por hectare de acordo com o espaçamento utilizado para cada espécie. O corte de cada planta foi realizado deixando-se apenas a raquete base, pesando-se todo o material cortado.

Para as análises bromatológicas foram colhidos amostragem aleatoriamente 2 kg de cladódios por parcela. As amostras foram levadas até o laboratório de análises bromatológicas da Unimontes, Janaúba, MG, onde foram picadas e pré-secas em estufa de ventilação forçada com temperatura de 55° C até peso constante. A produção de matéria seca total (PMST) foi obtida de acordo com a metodologia descrita por Silva e Queiroz (2009) a partir da produção de matéria verde e do teor de MS encontrado de cada cultivar.

Na sequência, o material pré-seco foi moído em moinho tipo Willey com peneiras de crivo de 1 mm e armazenadas em potes plásticos fechados para posteriores análises da composição bromatológica.

Os cladódios pré-secos foram então analisados quanto aos teores de matéria seca (MS) utilizando estufa a 105 °C, proteína bruta (PB), teores de fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) pelo método sequencial, conforme procedimentos descritos por (DETMANN et al., 2012).

Os dados foram submetidos a análise de variância e, quando o teste de “F” foi significativo, as doses de esterco foram submetidas ao estudo de regressão ($P < 0,05$), por meio do programa SISVAR (FERREIRA, 2014). A seleção do modelo de melhor ajuste (Linear ou

quadrático) teve por base a tendência dos dados, significância dos parâmetros pelo teste de t e o coeficiente de determinação (R^2).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com relação às características produtivas avaliadas, não houve interação de doses de adubo e cultivares de palma forrageira sobre a produção de matéria verde ($P>0,05$). Também não foi observado efeito das cultivares sobre a produção de matéria verde ($P>0,05$) (Tabela 1). A produção de matéria verde apresentou média geral de 199,91 t ha⁻¹ para a OEM e 187,74 t ha⁻¹ para a MM. Contudo a produção de matéria verde apresentou efeito de doses de adubo aplicadas ($P<0,05$). Para cada aumento de t ha⁻¹ houve um acréscimo de 1,13 t ha⁻¹ na produção de matéria verde da palma.

O incremento na produção de matéria verde, provavelmente esta relacionado com o aumento dos estoques de carbono orgânico e nitrogênio total, permitindo maior penetração e distribuição radicular, elevação dos índices de agregação, de aeração, da capacidade de infiltração e armazenamento de água do solo (LEITE et al., 2003).

Silva et al. (2015) em Serra Talhada, Pernambuco, sob condições de sequeiro, obtiveram uma produção para a OEM de 163 t ha⁻¹ e de 124,3 t ha⁻¹ para a IPA Sertânea, ambas superiores a variedade miúda 117,5 t ha⁻¹, sendo o corte realizado dois anos após o plantio, valores esses inferiores ao encontrado no presente trabalho.

Não houve interação de doses de adubos e cultivares de palma na altura da planta ($P>0,05$), independente da variedade da palma e da dose de esterco utilizado. No entanto houve efeito significativo de doses e de cultivares para a altura da planta ($P<0,05$). A altura dos cultivares variou de 60,54 cm a 97,97cm para a OEM e de 86,09cm a

107,17cm para a palma MM, com médias de 81,92 cm e 99,53 cm, respectivamente, para a OEM e MM.

O fornecimento de nutrientes provenientes da adubação orgânica promove alterações na morfologia da planta, em condições de elevados suprimentos de nitrogênio ocorre maior crescimento da planta e aumento na área foliar (MARSCHNER, 2012). A altura da planta é um parâmetro importante do ponto de vista técnico e de melhoramento da cultura, uma vez que seus valores influenciam diretamente o manejo a ser empregado, refletindo assim nos resultados de produção (ARANTES et al., 2010).

Constatou-se efeito significativo da interação entre doses de adubo orgânico e cultivares de palma para o número total de cladódio ($P<0,05$), pode se observar também efeito das cultivares ($P<0,05$) e das doses de adubo ($P<0,05$) no número total de cladódio (Tabela 1). As doses de esterco que maximizaram o número de cladódio total nas cultivares Orelha de elefante mexicana e Mão de moça foram 83,52 t ha^{-1} e 92,66 t ha^{-1} , respectivamente. Isso ocorreu devido ao esterco incrementar as dose N no solo e este participa diretamente do processo mitótico celular, aumentando as divisões dos fitômeros e, conseqüentemente, o número total de cladódios.

Os cultivares de palma forrageira apresentaram uma variação de 15,86 a 43,96 cladódios por planta para a variedade OEM, com o maior surgimento obtido com emprego de 75 t ha^{-1} de adubo bovino. Já para a variedade MM a variação se deu de 21,79 a 27,72 cladódios por planta, entretanto, o maior número de cladódios foi verificado pela aplicação de maior dose de adubo orgânico 100 t ha^{-1} .

Donato et al. (2014) avaliaram a adubação orgânica na palma forrageira gigante aos 600 dias após o plantio, encontraram interação entre espaçamento e dose de esterco para a variável número de cladódios por planta, com tratamento de 0 e 90 Mg ha⁻¹ ano⁻¹ de esterco bovino, encontraram variação de 16,2 e 36,6 números de cladódios por planta, respectivamente. Valores estes próximos aos encontrados no presente trabalho, a diferença provavelmente está atribuída às diferenças genéticas dos diferentes clones estudados nos distintos trabalhos.

Vale ressaltar que os maiores valores dessa variável refletem no incremento do índice de área do cladódio (IAC), medida fundamental para se estimar a capacidade fotossintética da planta e a mensuração do crescimento vegetativo, evidenciando ainda os efeitos do manejo sobre o desenvolvimento do palmar (OLIVEIRA JÚNIOR, et al., 2009).

Tabela 1 - Características produtivas e estruturais de dois cultivares de palma forrageira, Orelha de elefante Mexicana (OEM) e Mão de moça (MM) sob doses de adubação orgânica com esterco bovino

| Características avaliadas | Cultivares | Doses de esterco (t ha ⁻¹) | | | | | EPM | P valor | | |
|--|------------|--|--------|---------|---------|---------|------|---------|------------|--------------------|
| | | 0 | 25 | 50 | 75 | 100 | | Doses | Cultivares | Doses x Cultivares |
| PMV ¹ (t/ha) | OE | 126,91 | 155,07 | 215,98 | 258,79 | 242,81 | 23,4 | 0,0005 | 0,4218 | 0,8514 |
| | MM | 128,13 | 164,05 | 209,05 | 223,64 | 213,81 | | | | |
| Altura ² (cm) | OE | 60,54 | 77,13 | 85,00 | 97,97 | 88,96 | 3,6 | 0,0000 | 0,0000 | 0,2255 |
| | MM | 86,09 | 98,96 | 102,20 | 107,17 | 103,21 | | | | |
| Número de cladódios total ³ | OE | 15,86 | 28,54 | 35,25 A | 43,96 A | 39,63 A | 2,1 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0002 |
| | MM | 21,79 | 25,46 | 26,59 B | 25,84 B | 27,72 B | | | | |

Notas: Médias seguidas de letras diferentes na coluna diferem entre si pelo teste de F (P<0,05). ¹ $\hat{Y}_{PMV} = 1,1329 * x + 137,1797$. R² = 0,86; ² $\hat{Y}_{Altura} = 0,2403 * x + 78,7090$. R² = 0,74; ³ $\hat{Y}_{NCT_{Opuntia}} = 0,0037 * x^2 + 0,6181 * x + 15,4799$. R² = 0,97; ³ $\hat{Y}_{NCT_{Nopalea}} = 0,0006 * x^2 + 0,1112 * x + 22,2551$. R² = 0,86; EPM = Erro padrão da média; Doses = Efeitos das doses de esterco; Cultivares = Efeito dos diferentes cultivares; Doses x Cultivares = Interação; PMV = Produção de matéria verde.

Quanto às características morfométricas, verificou-se que não houve interação das doses de esterco bovino aplicado e as cultivares

de palma utilizada na espessura do cladódio primário, secundário e terciário ($P>0,05$). Por outro lado, foi verificado efeito significativo ($P<0,05$) de doses e de cultivares (Tabela 2) na espessura dos cladódios, apresentando efeito linear crescente, com aumento de 0,08, 0,05 e 0,06 mm, respectivamente, na espessura do cladódio a cada 1 t ha^{-1} de adubo aplicado.

A espessura do cladódio primário, secundário e terciário apresentaram médias de 21,26, 14,31 e 7,59 mm para o cultivar OEM e 36,31, 20,54 e 9,29 mm para MM, respectivamente. Menores médias de espessura para o cultivar OEM também foi constatado por Silva et al. (2015), estudando três cultivares de palma forrageira. Para Rocha, Voltolini e Gava (2017), a espessura dos cladódios é uma variável importante para manter a capacidade fotossintética e de armazenamento de água pela planta.

Para Scalisi et al. (2016), quando a palma encontra-se em déficit hídrico, a umidade do solo exerce maior influência que a temperatura na espessura dos cladódios, refletindo, portanto, a maior importância da água disponibilizada do que à temperatura na produção das cultivares.

De maneira geral, as maiores medidas de espessura foram verificadas para os cladódios primários o que se justifica pela idade dos mesmos, uma vez que os demais cladódios estão em fase de crescimento.

Constatou-se que a área do cladódio primário apresentou interação ($P<0,05$) entre cultivares de palma e a dose de esterco bovino aplicado (Tabela 2). Observou-se também efeito de dose e de

cultivares na área do cladódio, o crescente aumento nas doses de esterco bovino na cultura da palma forrageira proporcionou efeito linear crescente na área do cladódio primário, para cada aumento de 1t ha⁻¹ na adubação, houve um acréscimo de 0,64 cm². As variáveis, área do cladódio secundário e terciário apresentou interação (P<0,05) entre cultivares de palma e a dose de esterco bovino aplicado (Tabela 2). Para a área do cladódio secundário e terciário foi encontrado variações de 253,35 a 434,85 cm² e 28,93 a 344,80 cm² para a variedade OEM, respectivamente. Já para a variedade MM, as variações foram de 169,02 a 183,06 cm² e 62,22 a 151,34 cm², respectivamente. Entre as doses de esterco para a área do cladódio secundário, verificou-se que as médias ajustaram ao modelo quadrático de regressão, sendo as maiores áreas observadas nas doses de 88,94 t ha⁻¹ para a OM e 63,48 t ha⁻¹ para MM. Esse comportamento também foi constatado para a área de cladódio terciário, sendo as doses de esterco que maximizaram a área de 99,38 t ha⁻¹ e 71,09 t ha⁻¹, respectivamente para as cultivares OM e MM.

Mondragón e Gonzáles (2001) relatam que a área do cladódio é uma variável estimada a partir das dimensões, largura, comprimento e formato, medidas essas que são mais determinadas pelo genótipo, sofrendo pouca interferência do ambiente e do manejo aplicado na cultura.

Tabela 2 - Características morfológicas de dois cultivares da palma forrageira Orelha de Elefante Mexicana (OEM) e Mão de Moça (MM) sob doses de adubação orgânica com esterco bovino

| Características Morfológicas | Cultivares | Doses de esterco(t/ha ⁻¹) | | | | | EPM | P valor | | |
|---|------------|---------------------------------------|--------|--------|--------|--------|-------|---------|------------|--------------------|
| | | 0 | 25 | 50 | 75 | 100 | | Doses | Cultivares | Doses x Cultivares |
| Espessura do cladódio primário ¹ (mm) | OEM | 16,16 | 20,01 | 22,72 | 26,27 | 24,13 | 2,31 | 0,0063 | 0,0000 | 0,9648 |
| | MM | 31,69 | 35,83 | 36,91 | 41,63 | 37,00 | | | | |
| Espessura do cladódio secundário ² (mm) | OEM | 9,69 | 12,95 | 14,95 | 17,87 | 16,15 | 1,06 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0787 |
| | MM | 17,81 | 19,40 | 23,21 | 23,71 | 18,56 | | | | |
| Espessura do cladódio terciário ³ (mm) | OEM | 4,26 | 4,78 | 8,35 | 10,67 | 9,90 | 0,90 | 0,0000 | 0,0210 | 0,2824 |
| | MM | 6,47 | 8,11 | 9,44 | 11,88 | 10,57 | | | | |
| Área do cladódio primário ⁴ (cm ²) | OEM | 285,33 | 321,28 | 411,42 | 439,46 | 364,39 | 18,29 | 0,0011 | 0,0000 | 0,0080 |
| | MM | 167,28 | 181,28 | 182,23 | 187,79 | 185,07 | | | | |

...continua...

Tabela 2 – Cont.

| Características Morfológicas | Cultivares | Doses de esterco(t/ha ⁻¹) | | | | | EPM | P valor | | |
|---|------------|---------------------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------|---------|------------|--------------------|
| | | 0 | 25 | 50 | 75 | 100 | | Doses | Cultivares | Doses x Cultivares |
| Área do cladódio secundário ⁵ (cm ²) | OEM | 253,35 A | 329,46 A | 375,76 A | 434,85 A | 404,80 A | 15,19 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0002 |
| | MM | 169,02 B | 173,41 B | 178,68 B | 183,06 B | 174,18 B | | | | |
| Área do cladódio terciário ⁶ (cm ²) | OEM | 28,93 A | 69,07 A | 233,59 A | 344,80 A | 290,50 A | 19,73 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 |
| | MM | 62,22 A | 97,45 A | 117,76 B | 151,34 B | 110,45 B | | | | |
| Índice de área de cladódio ⁷ | OEM | 0,66 A | 1,48 A | 2,58 A | 3,89 A | 3,02 A | 0,18 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 |
| | MM | 0,62 A | 0,83 B | 0,92 B | 0,98 B | 0,94 B | | | | |

Notas: Médias seguidas de letras diferentes na coluna diferem entre si pelo teste de F (P<0,05). 1^Ŷ ECP = 0,0772*x+25,3730. R² = 0,69; 2^Ŷ ECS = 0,0473*x+15,0650. R² = 0,48; 3^Ŷ ECT= 0,0583*x+5,5287. R² = 0,85; 4^Ŷ ACP = 0,6368*x+240,7133. R² = 0,52; 5^Ŷ ACSOpuntia=-0,0228*x²+3,9136*x+249,4783. R² = 0,97; 5^Ŷ ACSNopalea=-0,0031*x²+0,3936*x+167,7550. R² = 0,81; 6^Ŷ ACTOpuntia=-0,0277*x²+5,9632*x-0,9947. R² = 0,89; 6^Ŷ ACTNopalea=-0,0159*x²+2,1896*x+57,9238. R² = 0,87; 7^Ŷ IACOpuntia=-0,0004*x²+0,0647*x+0,4485. R² = 0,89; 7^Ŷ IACNopalea=-0,0001*x²+0,0091*x+0,6274. R² = 0,99; EPM = Erro padrão da média; Doses =Efeitos das doses de esterco; Cultivares= Efeito dos diferentes cultivares; Doses x Cultivares= Interação.

Observou-se efeito significativo (P<0,05) da interação entre cultivares e doses de adubo sobre o índice de área de cladódio (IAC)

(Tabela 2). Variações de 0,66 a 3,89 foram encontradas para a variedade OEM e 0,62 a 0,98 para a variedade MM. O maior IAC no presente trabalho foi verificado na cultivar OEM e, conforme Pinheiro et al. (2014), o maior número total de cladódios, tem influência direta na maior magnitude do índice de área do cladódio. Para Oliveira Júnior et al. (2009) a medida de IAC é útil para se estimar a capacidade fotossintética da palma e mensuração do crescimento vegetativo da planta, permitindo refletir os efeitos do manejo sobre o desenvolvimento da cultura.

Os resultados encontrados no presente trabalho evidenciam melhorias nas características morfométricas como, número de cladódios, espessura e índice de área de cladódios, como consequência, maior produção da palma forrageira em função das doses aplicadas. Esse incremento de acordo com Donato et al. (2014) evidencia que o uso adequado da adubação orgânica com esterco bovino constitui estratégia de manejo eficiente para essa forrageira.

Com relação à composição bromatológica dos cultivares de palma avaliadas, não foi observado efeito da interação entre cultivares de palma avaliada e doses de esterco bovino aplicado ($P > 0,05$) (Tabela 3). Também não foi constatado efeito dos cultivares nos teores de matéria seca (PMS), contudo pode se observar efeito isolado das doses na PMS apresentando valores médios de 14,14% para a OEM 14,26% para a MM, a variável apresentou efeito linear decrescente, ou seja, para cada aumento de 1tha^{-1} houve um decréscimo de 0,01 unidades percentuais nos teores de matéria seca das plantas.

Dubeux Júnior et al. (2010) relataram que de maneira geral a palma forrageira apresenta pouca porcentagem de matéria seca, o que de certa forma pode comprometer aos animais, quando dietas forem formuladas com altas proporções desse alimento, pelo fato de não atender as necessidades de matéria seca dos animais. Por, outro lado esse grande aporte de água característica inerente a cultura, podem ser favoráveis na região semiárida, onde a água se torna escassa em determinada época do ano.

Não foi observado interação entre cultivares de palma avaliadas e doses de esterco bovino aplicado para o teor proteína bruta, no entanto, houve efeito de doses e de cultivares para o nutriente. A variável apresentou médias de 12,29% para a OEM e 11,19% para MM. A proteína bruta apresentou efeito inverso a matéria seca, com comportamento linear crescente, e acréscimo de 0,04 unidades percentuais para cada aumento de 1t ha⁻¹ de esterco bovino.

As frações fibrosas como fibra em detergente neutro e fibra em detergente ácido não apresentaram interação entre cultivares e doses de esterco bovino aplicado, bem como também não apresentou para os fatores isolados doses e cultivares, com teores médios de 30,60 e 23,68% para OEM e de 34,78 e 28,25% para MM, respectivamente.

Tabela 3 - Composição química de dois cultivares de palma forrageira Orelha de Elefante Mexicana (OEM) e Mão de Moça (MM) sob doses de adubação orgânica com esterco bovino

| Composição Química | Cultivares | Doses de esterco (t ha ⁻¹) | | | | | EP M | P valor | | |
|--|------------|--|-------|-------|-------|-------|------|---------|------------|--------------------|
| | | 0 | 25 | 50 | 75 | 100 | | Doses | Cultivares | Doses x Cultivares |
| Matéria seca ¹ (%) | OEM | 10,64 | 12,48 | 13,81 | 18,81 | 14,94 | 2,0 | 0,0103 | 0,9241 | 0,9848 |
| | MM | 10,73 | 11,65 | 15,08 | 18,28 | 15,55 | | | | |
| Proteína bruta ^{2*} | OEM | 8,97 | 11,72 | 13,43 | 13,35 | 13,97 | 0,3 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0720 |
| | MM | 8,36 | 11,37 | 11,57 | 12,32 | 12,31 | | | | |
| Fibra em detergente neutro ^{3*} | OEM | 26,38 | 28,65 | 32,45 | 34,29 | 31,25 | 3,8 | 0,2122 | 0,1022 | 0,7146 |
| | MM | 29,98 | 31,43 | 36,79 | 33,96 | 41,74 | | | | |
| Fibra em detergente ácido ^{4*} | OEM | 18,80 | 23,76 | 22,36 | 25,35 | 28,14 | 3,8 | 0,2739 | 0,0697 | 0,3407 |
| | MM | 23,96 | 26,80 | 32,35 | 34,53 | 23,62 | | | | |

Notas: Médias seguidas de letras diferentes na coluna diferem entre si pelo teste de F (P<0,05). ¹Ŷ MS= -0,0126*x+8,0480. R²= 0,49; ²Ŷ PB = 0,0409*x+9,6990. R² = 0,79; ³ŶFDN = 0,0829*x+28,5490. R² = 0,90; ⁴Ŷ FDA= 0,0547*x+23,2317. R² = 0,48; * = Valores em percentagem da MS; EPM = Erro padrão da média; Doses =Efeitos das doses de esterco; Cultivares= Efeito dos diferentes cultivares; Doses x Cultivares = Interação.

A palma forrageira apresenta baixos teores de fibra em detergente ácido e em detergente neutro quando comparados aos alimentos como o sorgo, por exemplo, (AGUIAR et al., 2015).

De acordo Silva (2016), a palma forrageira, do gênero *Opuntia* ou *Nopalea*, caracteriza-se por apresentar baixos teores de matéria seca (74 a 192,7 g kg⁻¹), proteína bruta (20,0 a 79,0 g kg⁻¹), fibra em detergente neutro (137,0 a 328,1 g kg⁻¹) e fibra em detergente ácido (84,0 a 257,7 g kg⁻¹).

5 CONCLUSÕES

O incremento das doses de esterco de bovino de até 75 t ha⁻¹ aplicadas ao solo melhora as características produtivas, morfométricas e o valor nutritivo das duas variedades de palma forrageira. A elevação da eficiência da adubação diminui com doses maiores de 75 t ha⁻¹.

A OEM se sobressaiu como a cultivar mais produtiva, quando comparado ao cultivar MM.

REFERÊNCIAS

AGUIAR, M. S. M. A, *et al.* Palma forrageira em dietas de novilhas leiteiras confinadas: desempenho e viabilidade econômica. **Semina: Ciências Agrárias, Londrina, PR.**, v. 36, n. 2, p. 1013-1030, 2015.

ALENCAR, L. P, *et al.* Avaliação de métodos de estimativa da evapotranspiração de referência para três localidades no norte de Minas Gerais. **Engenharia na Agricultura, Viçosa-MG**, v.19, n. 5, p. 437-449, 2011.

ALMEIDA, J. A. **palma forrageira na região semiárida do estado da Bahia: diagnóstico, crescimento e produtividade.** Dissertação (mestrado ciências agrárias) – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia. Cruz das Almas, 2011.

ALMEIDA, R. F. Palma forrageira na alimentação de ovinos e caprinos no Semiárido brasileiro. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Mossoró- RN, v.7, n.4, p.8-14, out./dez. 2012.

ANTUNES, F. Z. Caracterização climática do Estado de Minas Gerais. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte-MG, v. 12, n. 138, p. 9-13, jul. 1986.

ARANTES, A. M.; DONATO, S. L. R.; SILVA, S. O. Relação entre características morfológicas e componentes de produção em plátanos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília-DF, v.45, n.2, p.224-227. 2010.

BARROS, J. L, *et al.* Palma forrageira ‘Gigante’ cultivada com adubação orgânica. **Revista Agrotecnologia**, Góias-GO, v.7, n.1, p.53-65, 2016.

CÂNDIDO, M. J. D, *et al.* Cultivo de palma forrageira para mitigar a escassez de forragem em regiões semiáridas. **Informe Rural**, ano VII, n.3, p.1-7, 2013.

DETMANN, E.; SOUZA, M. A.; VALADARES FILHO, S. C.; QUEIROZ, A. C.; BERCHIELLI, T. T.; SALIBA, E. O. S; AZEVEDO, J. A. G. (Eds.). **Métodos para análise de alimentos**. Visconde do Rio Branco: Suprema. 2012.

DONATO, P. E. R. **Características morfológicas, de rendimento e nutricionais da palma forrageira sob diferentes espaçamentos e doses de esterco**. 2011. 135 p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Itapetinga, 2011.

DONATO, P. E. R, *et al.* Morfometria e rendimento da palma forrageira ‘Gigante’ sob diferentes espaçamentos e doses de adubação orgânica. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 9, n. 1, p. 151-158, 2014.

DONATO, P. E. R. *et al.* Extração/exportação de macronutrientes por cladódios de palma forrageira ‘Gigante’ sob diferentes espaçamentos e adubação orgânica. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande-PB, v.21, n.4, p.238-243, 2017.

DONATO, S. L. R, *et al.* Considerações sobre clima semiárido e ecofisiologia da palma forrageira. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte-MG, v.38, n.296, p.7-20, 2017 a.

DONATO, S. L. R, *et al.* Exigências nutricionais e manejo de adubação m palma forrageira. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte-MG, v.38, n.296, p. 62-75, 2017b.

DUBEUX JÚNIOR, J. C. B. *et al.* Adubação mineral no crescimento e composição mineral da palma forrageira – Clone IPA-201. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 5, n. 1, p. 129-135, 2010.

DUBEUX JÚNIOR, J. C. B. *et al.* Organic fertilization and plant population affect shoot and root biomass of forage cactus pear (*Opuntia ficus-indica* Mill.). **Acta Horticulturae**. 995:221-224, 2013.

DUBEUX JÚNIOR, J. C. B. *et al.* Forage potential of cactian drylands. **Acta Horticulturae**, v.1067, p.181-186, 2015.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 306 p.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a Guide for its Bootstrap procedures in multiple comparisons. **Ciência Agrotecnica**, v.38, n.2, p.109-112, 2014.

FIALHO, J. S. *et al.* Soil quality, resistance and resilience in traditional agricultural and agroforestry ecosystems in Brazil's semiarid region. **African Journal of Agricultural Research**, v.8, n.40, p.5020-5031, Oct. 2013.

FINATTO, J. A importância da utilização da adubação orgânica na agricultura. **Revista Destaques Acadêmicos**, 5, 85-93, 2014.

FIRINCIOGLU, H. K. *et al.* Relationships between seed yield and yield components in common vetch (*Vicia sativa* ssp. *sativa*) populations sown in spring and autumn in central Turkey. **Field Crops Research**, Amsterdam, v. 116, n. 1-2, p. 30-37, 2010.

GEBRESAMUEL, N.; GEBRE-MARIAM, T. Comparative Physico-Chemical characterization of the mucilages of two cactus pears (*Opuntia* spp.) obtained from Mekelle, northern Ethiopia. **Journal of Biomaterials and Nonbiotechnology**, v.3, p.79-86, 2012.

LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. São Carlos, RiMa, 2000. 529p.

LEITE, L. F. C. *et al.* Estoques totais de carbono orgânico e seus compartimentos em argissolo sob floresta e sob milho cultivado com adubação mineral e orgânica. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. v. 27, p.821-832, 2003.

LEITE, M. L. M. V. *et al.* Caracterização da produção de palma forrageira no Cariri paraibano. **Revista Caatinga**, v. 27, n. 2, p.192-200, 2014.

LIMA, I. M. M.; GAMA, N. S. Registro de plantas hospedeiras (Cactaceae) e de nova forma de disseminação de *Diaspisechinocacti* (Bouché) (Hemiptera: Diaspididae), cochonilha-dapalma forrageira, nos estudos de Pernambuco e Alagoas. **Neotropical Entomology**, Londrina, v.30, n.3, p. 479-481, 2001.

LIMA, G. F. C. Palma forrageira irrigada e adensada: uma reserva forrageira estratégica para o semiárido potiguar. Parnamirim: **EMPARN**, 2015.

LIRA, M. A. *et al.* Genética e melhoramento da palma forrageira. In: 2º Congresso Brasileiro de Palma e Outras Cactáceas, 2011. **Anais...** Garanhuns-PE, 2011.

LOPES, E. B. *et al.* Seleção de genótipos de palma forrageira (*Opuntia* spp.) e (*Nopalea* spp.) resistentes à cochonilha-do-carmim (*Dactylopius opuntiae* Cockerell, 1929) na Paraíba,

Brasil. **Engenharia Ambiental - Pesquisa e Tecnologia**, Espírito Santo do Pinhal, v.7, n. 1, p. 204-215, 2010.

LOPES, E. B.; SANTOS, D. C.; VASCONCELOS, M. F. Cultivo de palma forrageira. In: LOPES, E. D. (Org.). **Palma forrageira: cultivo, uso atual e perspectiva de utilização no Semiárido nordestino**. João Pessoa: EMEPA, 2012. Cap.1, p.21-60.

MARSCHNER, P. **Marschner's mineral nutrition of higher plants**. Third Edition. London: Elsevier, 2012.

NECCHI, R. M. M. **Farmacobotânica, atividade antiinflamatória e parâmetros bioquímicos de Nopalea cochenillifera** (L.) Salm-Dyck (Cactaceae). Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, 2011. 60p. Dissertação (Mestrado em Ciências Farmacêuticas) - Universidade Federal de Santa Maria, 2011.

NOBEL, P.S. Spines influences on PAR interception, stem temperature and nocturnal acid accumulation. **American Journal Botany**, v.70, n.8, p.1244-1253, 1983.

NOBEL, P. S. Biologia ambiental. In: BARBERA, G.; INGLESE, P.; PIMENTA-BARRIOS, E.P. (Ed). **Agroecologia, cultivo e uso da palma forrageira**. [João Pessoa]; SEBRAE-PB: FAO, P.36-48, 2001.

OLIVEIRA JÚNIOR, S. *et al.* Crescimento vegetativo da palma forrageira (*Opuntia ficus-indica*) em função do espaçamento no Semiárido paraibano. **Tecnologia e Ciência Agropecuária**, v.3, p.7-12, 2009.

PEIXOTO, M. J. A. **Crescimento vegetativo, produção e composição químico bromatológica da palma forrageira**

consorciada com cajá (Spondiasspp). Fortaleza: Universidade Federal do Ceará, 2009. 71p. Tese Doutorado.

PESSOA, R. A. S *et al.* Desempenho leiteiro de vacas alimentadas com palma forrageira, bagaço de cana-de-açúcar e uréia associados a diferentes suplementos. **Revista Científica de Produção Animal**, Areia, v.12, n.1, p.93-97, 2010.

PESSOA, R. A. S. *et al.* Diferentes suplementos associados à palma forrageira em dietas para ovinos: consumo, digestibilidade aparente e parâmetros ruminais. **Revista Brasileira de Saúde Animal**, Salvador, v.14, n.3, p.508-517, jul./set. 2013.

PINHEIRO, K. M. *et al.* Correlações do índice de área do cladódio com características morfogênicas e produtivas da palma forrageira. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.49, p.939-947, 2014.

QUEIROZ, M. G. *et al.* Características morfofisiológicas e produtividade da palma forrageira em diferentes lâminas de irrigação. **Revista Brasileira Engenharia Agrícola Ambiental**, 19: 931-938, 2015.

RAMÍREZ-TOBIAS, H. M.; AGUIRRE-RIVERA, J. R.; PINOS-RODRIGUEZ, J. M. Productivity of *Opuntia* ssp. and *Nopalea* sp. (Cactacea) growing under greenhouse hydroponics system. **J. Food Agric Environ**, v.8, p.660-665, 2010.

ROCHA, R. S; VOLTOLINI, T. V.; GAVA, C. A. T. Características produtivas e estruturais de genótipos de palma forrageira irrigada em diferentes intervalos de corte. **Archivos de zootecnia**, v. 66, n. 255, p.364, 2017.

SANTOS, D. C. *et al.* Genética e melhoramento da palma forrageira. 1, Feira de Santana. **Anais...** Feira de Santana, 2012. 67-68p, 2012.

SANTOS, D. C. *et al.* Genótipos de Palma Forrageira para Áreas Atacadas pela Cochonilha do Carmim no Sertão Pernambucano. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MELHORAMENTO DE PLANTAS, 6, 2011, Búzios. **Anais...** Búzios: SBMP, 2011.

SANTOS, D. C. *et al.* Estratégias para uso de cactáceas em zonas semiáridas: novas cultivares e uso sustentável das espécies nativas. **Revista Científica de Produção Animal**, Teresina, v.15, n.2, p.111-121, 2013.

SANTOS, M. V. F. *et al.* Número, dimensões e composição química de artículos de palma forrageira (*Opuntia ficus-indica*, Mill) cv. Gigante, de diferentes ordens. **Pesquisa Agropecuária Pernambucana**, Recife, v.7, p.69-79, 1990.

SCALISI, A. *et al.* Cladode growth dynamics in *Opuntia ficus-indica* under drought. **Environ Exp Bot**, 122: 158-167, 2016.

SCHEINVAR, L. Usos e importância das Cactáceas. In: I WORKSHOP SOBRE A PALMA FORRAGEIRA: USOS E PERSPECTIVAS PARA O SEMIÁRIDO. 1, 2012, Feira de Santana. **Anais...** Feira de Santana, 2012. 151p.

SILVA, D. J.; QUEIROZ, A. C. Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos. 3.ed. Viçosa: UFV, 2009. 235p.

SILVA, J. A. da *et al.* Cultivares e manejo de palma forrageira. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.38, n.296, p.34-45, 2017.

SILVA, J. A. da *et al.* Extração/exportação de nutrientes pela palma forrageira ‘Gigante’ em diferentes espaçamentos e adubações químicas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.20, n.3, p.236-242, mar. 2016.

SILVA, N. G. M. *et al.* Relação entre características morfológicas e produtivas de clones de palma-forrageira. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, p.2389-2397, 2010.

SILVA, T. G. F. da *et al.* Área do cladódio de clones de palma forrageira: modelagem, análise e aplicabilidade. **Agrária**, Recife, v. 9, n. 4, p. 633-641, 2014.

SILVA, T. G. F. da *et al.* Crescimento e produtividade de clones de palma forrageira no semiárido e relações com variáveis meteorológicas. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 28, n. 2, p. 10 – 18, abr. – jun., 2015.

SILVA, W. A. **Atributos químico-bromatológicos, cinética de degradação e produção de gás de variedades de palma forrageira**. 2016. 70f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2016.

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.

SUASSUNA, P. **Tecnologia do cultivo intensivo da Palma**. Aracaju: SEBRAE-SE, 2009. 42p.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. – 5.ed. Porto Alegre: Artmed, 2013. 918p.

TORRES, L. C. L. *et al.* Substituição da palma gigante por palma-miúda em dietas para bovinos em crescimento e avaliação de indicadores internos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, n. 11, p. 2264-2269, 2009.