



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
AGROALIMENTAR PROGRAMA DE PÓS-
GRADUAÇÃO EM HORTICULTURA TROPICAL**

MARCIO SANTOS DA SILVA

**CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DE DIFERENTES
COMPRIMENTOS DE CLADÓDIOS DAS PALMAS
Opuntia tuna (L.) Mill. E *Nopalea cochenillifera* (L.) Salm-Dyck,
SOB NÍVEIS DE BIOFERTILIZANTE**

POMBAL

2019

MARCIO SANTOS DA SILVA

**CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DE DIFERENTES
COMPRIMENTOS DE CLADÓDIOS DAS PALMAS
Opuntia tuna (L.) Mill. E *Nopalea cochenillifera* (L.) Salm-Dyck,
SOB NÍVEIS DE BIOFERTILIZANTE**

Dissertação a ser apresentada à Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Horticultura Tropical do Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, da Universidade Federal de Campina Grande, para obtenção do título de mestre.

Orientador: Prof. D. Sc. Franciscleudo Bezerra da Costa

POMBAL-PB

2019

S586c Silva, Marcio Santos da.

Caracterização físico-química de diferentes comprimentos de cladódios das palmas *Opuntia tuna* (L.) Mill e *Nopalea cochenillifera* (L.) Salm-Dyck sob níveis de biofertilizante / Marcio Santos da Silva. – Pombal, 2019.
70 f. : il. color.

Dissertação (Mestrado em Horticultura Tropical) – Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, 2019.

"Orientação: Prof. Dr. Franciscleudo Bezerra da Costa".
Referências.

1. Cultivo da palma. 2. Adubação orgânica. 3. Cactácea. 4. Hortaliça não convencional. 5. Qualidade pós-colheita. 6. Produção orgânica. I. Costa, Franciscleudo Bezerra da. II. Título.

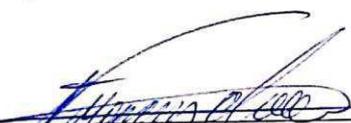
CDU 633.39(043)

MARCIO SANTOS DA SILVA

**CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DE DIFERENTES
COMPRIMENTOS DE CLADÓDIOS DAS PALMAS *Opuntia*
tuna (L.) Mill. E *Nopalea cochenillifera* (L.) Salm-Dyck, SOB
NÍVEIS DE BIOFERTILIZANTE**

Dissertação a ser apresentado à Coordenação do
Programa de Pós-Graduação em Horticultura
Tropical do Centro de Ciências e Tecnologia
Agroalimentar, da Universidade Federal de Campina
Grande, para obtenção do título de mestre.

APROVADA EM: 22/02/2019


Prof. D. Sc. Franciscleudo Bezerra da Costa

UFCG/CCTA/PPGHT

Orientador

Prof. D. Sc. Evandro Franklin de Mesquita

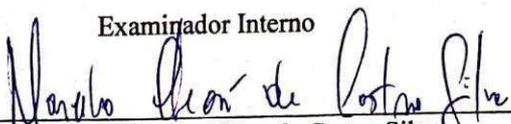
UEPB/PPGHT

Examinador Interno


D. Sc. Wellington Souto Ribeiro

UFCG/CCTA/PPGHT

Examinador Interno


Prof. D. Sc. Marcelo Cléon de Castro Silva

UFCG/CCTA/UAGRA

Examinador Externo



Ao meu pai, João José da Silva, e em especial, a minha mãe Joelita Cândida dos Santos, que sempre me incentivaram e apoiaram durante toda minha vida, sempre me dando apoio durante todo esse período. Agradeço pela compreensão, confiança e amor. Obrigado Deus por me conceder esse momento único, é uma realização de um sonho.

DEDICO!

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço à Deus por me conceder mais essa vitória.

Aos meus pais, Joelita Cândida dos Santos e João José da Silva, meu irmão Marcos Vinicius Santos da Silva e Juscicleide dos Santos que sempre me apoiaram e incentivaram a seguir em frente.

Ao meu orientador Dr. Franciscleudo Bezerra da Costa, que me concedeu mais essa oportunidade e veio a me ensinar muitos princípios na vida.

Aos meus amigos (a) Yasmin Brasil, Anderson Formiga, Jackson Nobrega, Fernando Antônio, Ulisses Pereira, Larissa Macêdo, Hugo Costa, Ayanne Basílio, Álvaro Augusto, Máximo Correia, que contribuíram de alguma forma nesse trabalho.

Agradeço a minha namorada Aline Silva pela força e incentivo.

À toda a equipe do laboratório de Análise de Alimentos e demais amigos que de alguma forma contribuíram para que esse trabalho virasse realidade.

A turma do mestrado 2017.1, onde fiz novas amizades que vão além da sala de aula.

Agradeço também aos professores do programa que sempre nos passaram o melhor de si, com muitos ensinamentos que vou levar para o resto da minha vida.

Como também agradeço ao pessoal da fazenda que sempre me ajudaram, fico muito grato.

E por fim agradeço ao Campus POMBAL da UFCG e a todos que dia-a-dia trabalham de uma forma ou de outra contribuindo para realizar não somente o meu sonho, mas também, o sonho de muitas outras pessoas que batalham diariamente em busca da vitória.

RESUMO GERAL

SILVA, M. S. **Caracterização físico-química de diferentes comprimentos de cladódios das palmas *Opuntia tuna* (L.) Mill. e *Nopalea cochenillifera* (L.) Salm-Dyck, sob níveis de biofertilizante.** 2019. 71f. (Mestrado em Horticultura Tropical) - Universidade Federal de Campina Grande, Pombal, PB. 2019.

O estudo sobre a qualidade pós-colheita dos cladódios de palma de diferentes espécies e, com aplicação de biofertilizante em seu cultivo, é pouco estudado. Nesse sentido, objetivou-se avaliar a qualidade física e físico-química de cladódios jovens de palma “Orelha de elefante mexicana” e “Miúda” produzidos sobre níveis de biofertilizante. O esquema fatorial utilizado foi o 3x5, sendo três faixas de comprimento dos cladódios e cinco níveis de biofertilizante com três repetições, em delineamento inteiramente casualizado (DIC). Plantas de palma “Orelha de Elefante Mexicana” e “Miúda” foram cultivadas com diferentes níveis de biofertilizante (0, 5, 10, 15 e 20%) e colhidas com 8-12, 12-16 e 16-20 cm de comprimento. O diâmetro do cladódio, massa fresca, sólidos solúveis, pH, acidez titulável, relação sólidos solúveis e acidez titulável (SS/AT), ácido ascórbico, compostos fenólicos, açúcares solúveis, clorofila a e b, clorofila total, carotenoides e respiração dos cladódios foram avaliados aos 40 dias após as brotações. Com relação à palma “Orelha de Elefante Mexicana”, Os cladódios de comprimento 16-20 cm apresentaram maiores atributos físico e físico-químicos, sendo indicada para o plantio. Os cladódios apresentaram características similares a algumas hortaliças convencionais, apresentando teores de compostos antioxidantes que viabilizam para o consumo humano, especialmente os da faixa de 16-20 cm. O nível máxima do biofertilizante promoveu aumento nos teores de sólidos solúveis, compostos fenólicos e açúcares totais. Porém, não influenciou o conteúdo de pigmentos. Os cladódios de 4-8 cm produzidos com e sem biofertilizante apresentaram maiores taxa de respiração para “Orelha de Elefante Mexicana”. Com relação à palma “Miúda”, Os cladódios de 16-20 cm produzidos com biofertilizante apresentaram incrementos nos resultados com relação às características físicas e menores taxas respiratórias. Os cladódios de 8-12 cm apresentaram maiores resultados para características físico-químicas e compostos bioativos, sendo semelhantes a umas hortaliças, vindo apresentar maiores teores para sólidos solúveis, acidez titulável, razão SS/AT e ácido ascórbico, potenciando a palma como alternativa e de ótima contribuição para a dieta humana. O nível de 20% de biofertilizante promoveu aumento nos teores de compostos bioativos dos cladódios.

PALAVRAS-CHAVE: Ácido ascórbico; adubação orgânica; cactácea; hortaliça não convencional.

¹Orientador: prof. D. Sc. Franciscleudo Bezerra da Costa, CCTA/UFCG.

ABSTRACT

SILVA, M. S. **Physico-chemical characterization of different cladodes lengths of palms *Opuntia tuna* (L.) and *Nopalea cochenillifera* (L.) Salm-Dyck, under levels of biofertilizer.** 2019. 71f. (Master in Tropical Horticulture) - Federal University of Campina Grande, Pombal, PB. 2019.

The study on the post-harvest quality of palm cladodes of different species and, with the application of biofertilizing in their cultivation, is little studied. In this sense, the objective was to evaluate the physical and physical-chemical quality of young cladodes of "Mexican Elephant Ear" and "Small" palm produced on levels of biofertilizer. The factorial scheme used was 3x5 with three replications, in a completely randomized design (DIC). The "Mexican Elephant Ear" and "Miúda" palm plants were cultivated with different levels of biofertilizer (0, 5, 10, 15 and 20%) and harvested with 8-12, 12-16 and 16-20 cm long O (SS / AT), ascorbic acid, phenolic compounds, soluble sugars, chlorophyll a and b, total chlorophyll, carotenoids and respiration of cladodes were evaluated at 40 days after sprouting. In relation to the palm "Mexican Elephant Ear", cladodes in the range of 16-20 cm presented better physical and physico-chemical attributes, being indicated for planting. The cladodes presented characteristics similar to algumas vegetables, presenting levels of antioxidant compounds that are feasible for human consumption, especially those in the range of 16-20 cm. The maximum level of biofertilizer promoted an increase in the contents of soluble solids, phenolic compounds and total sugars. However, it did not influence the pigment content. The 4-8 cm cladodes produced with and without biofertilizer presented higher respiration rates for "Mexican Elephant Ear". Regarding the "Small" palm, the cladodes of 16-20 cm produced with biofertilizer presented increases in the results with respect to the physical characteristics and lower respiratory rates. The cladodes of 8-12 cm presented higher results for physicochemical characteristics and bioactive compounds, being similar to ones vegetables, presenting higher contents for soluble solids, titratable acidity, SS / AT ratio and ascorbic acid, potentiating the palm as a alternative and excellent contribution to the human diet. The level of 20% of biofertilizer promoted an increase in the contents of bioactive compounds of cladodes.

Keywords: Ascorbic acid; organic fertilization; cactus; unconventional vegetables.

¹Orientador: prof. D. Sc. Franciscleudo Bezerra da Costa, CCTA/UFCG.

SUMÁRIO

| | |
|---|------------|
| RESUMO GERAL | vi |
| ABSTRACT | vii |
| 1. INTRODUÇÃO GERAL | 10 |
| 2. REFERENCIAL TEÓRICO | 12 |
| 2.1. Conceitos Gerais das palmas..... | 12 |
| 2.2. Uso de Biofertilizante na Agricultura | 14 |
| 2.3. Condições Edafoclimáticas..... | 16 |
| 2.4. Qualidades Pós-Colheita de Cladódios Jovens de Palma..... | 18 |
| CAPÍTULO 1 | 26 |
| ASPECTOS FÍSICOS E FÍSICO-QUÍMICOS DE CLADÓDIOS JOVENS DA PALMA “ORELHA DE ELEFANTE MEXICANA”, CULTIVADOS SOB NÍVEIS DE BIOFERTILIZANTE..... | 26 |
| RESUMO..... | 27 |
| ABSTRACT | 28 |
| 1. INTRODUÇÃO | 29 |
| 2. MATERIAL E MÉTODOS | 30 |
| 2.1. Origem dos cladódios..... | 30 |
| 2.2. Caracterização da área experimental | 30 |
| 2.3. Instalação do experimento | 30 |
| 2.4. Condução do experimento..... | 31 |
| 2.5. Preparo e aplicação do biofertilizante..... | 31 |
| 2.6. Delineamento experimental..... | 32 |
| 2.7. Variáveis analisadas no Laboratório | 32 |
| 2.8. Análises estatísticas..... | 34 |
| 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO | 35 |
| 4. CONCLUSÕES | 44 |
| 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS..... | 44 |
| CAPÍTULO 2 | 48 |
| ASPECTOS FÍSICO E FÍSICO-QUÍMICOS DE CLADÓDIOS JOVENS DA PALMA “MIÚDA”, CULTIVADOS SOB NÍVEIS DE BIOFERTILIZANTE | 48 |
| RESUMO..... | 49 |
| ABSTRACT | 50 |

| | |
|--|-----------|
| 1. INTRODUÇÃO | 51 |
| 2. MATERIAL E MÉTODOS | 53 |
| 2.1 Origem dos cladódios..... | 53 |
| 2.2 Caracterização da área experimental | 53 |
| 2.3. Instalação do experimento | 53 |
| 2.4. Condução do experimento..... | 54 |
| 2.5. Preparo e aplicação do biofertilizante..... | 54 |
| 2.6. Delineamento experimental..... | 55 |
| 2.7. Variáveis analisadas no Laboratório | 55 |
| 2.8. Análises Estatísticas..... | 57 |
| 3. RESULTADOS E DISCUSSÕES | 58 |
| 4. CONCLUSÕES..... | 68 |
| 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS | 68 |

1. INTRODUÇÃO GERAL

A região semiárida brasileira, abrangendo 1.262 municípios, dez estados e uma área de 969.584,4 km², é um das maiores e mais secas do mundo (SUDENE, 2017). Essa região é caracterizada por grandes eventos extremos de secas, contudo, não é rara a ocorrência de grandes enchentes. Esses eventos estão diretamente associados à produção agropecuária, sendo os principais responsáveis pelo sucesso, dessa importante atividade (CORREIA et al., 2011). Deste modo, plantas adaptadas às adversidades edafoclimáticas e menos exigentes em insumos agrícolas são as mais indicadas para serem cultivadas no semiárido, proporcionando boa produtividade o ano inteiro, gerando alimentos, produtos e/ou subprodutos que são apreciados e tem valor de mercado (BARBERA; INGLESE; BARRIOS, 2001).

A palma vem sendo largamente cultivada na região Nordeste, pois é adaptada às condições edafoclimáticas do semiárido brasileiro (OLIVEIRA JR. et al., 2009). Devido as suas características anatômicas e morfofisiológicas apresentando tricomas e estômatos profundos, a palma vem adquirendo maiores destaques nos estados de Alagoas, Bahia, Pernambuco, Paraíba e Sergipe que, são os maiores produtores de palma no Brasil (LEITE et al., 2014). As espécies *Opuntia ficus-indica* (L.) Mill. e *Nopalea cochenillifera* (L.) Salm-Dyck são pertencentes a família Cactaceae, originária do México (BEZERRA et al., 2014). Os frutos e cladódios da palma podem ser consumidos *in natura* ou processados em salmoura, doces, bebidas e farinhas (SÁENZ, 2006). Esses produtos são usados na medicina tradicional, sendo consideradas uma boa fonte de nutrientes de origem vegetal que pode melhorar a nutrição e saúde humana (STINTZING; CARLE, 2005).

No México e no sul dos Estados Unidos, o cultivo da palma é voltado para a produção de frutos e cladódios jovens para alimentação humana. Onde no México, os cladódios jovens, chamados de “nopalitos”, são consumidos como verdura (SILVA et al., 2015). No sertão baiano, na Chapada Diamantina, os cladódios de palma são consumidos e comercializados pela população local (GUEDES et al., 2002).

A Organização das Nações Unidas (ONU) reconhece o valor econômico da palma (CÂNDIDO FILHO et al., 2014), considerando-a como uma alternativa nutricional economicamente viável (DANTAS et al., 2017) e com potencial para contribuir no combate à fome (FAO, 2017).

A palma é uma alternativa eficaz para ser utilizada na alimentação humana, como também na confecção de produtos e subprodutos, fazendo com que gere emprego e renda

para a população local. além de ser uma importante nos tratamentos de saúde devido a apresentar sua constituição vitaminas A, complexo B e C e minerais como cálcio, magnésio, sódio, potássio além de 17 tipos de aminoácidos encontrados nos cladódios de palma (NUNES, 2011).

A agricultura convencional, mesmo com algumas vantagens econômicas, gera significativos impactos ambientais negativos que não são incorporados aos custos de produção (ALTIERI, 2000). Esta atividade utiliza adubos minerais que contribuem para a poluição do solo e dos mananciais (OLLIVIER et al., 2009; CASTEL-BRANCO, 2008). Outro problema da utilização deste tipo de fertilizante é o esgotamento de reservas de minerais e petróleo, o qual inviabiliza a sustentabilidade dos recursos naturais, tendo em vista que estes recursos têm reserva finita (LANA, 2009). Segundo a Associação Nacional para Difusão de Adubos (ANDA), em 2018, o consumo de fertilizantes minerais ultrapassou 29 milhões de toneladas, destes mais de 60% foram importados.

Neste sentido, a utilização de biofertilizante (fertilizante orgânico ou natural), sendo um produto de grande importância para a agricultura de modo geral, surge como uma alternativa aos fertilizantes minerais (MEDEIROS et al., 2007).

Uma das principais vantagens do uso de biofertilizantes na agricultura é o baixo custo de produção e facilidade de confecção na propriedade (SOUZA; RESENDE, 2003). Os biofertilizantes auxiliam na autossuficiência da propriedade rural gerando uma produção mais saudável e propiciando o manejo agroecológico da área produtiva, contribuem positivamente na manutenção do equilíbrio nutricional das plantas, pois propiciam uma maior formação de proteínas e menos aminoácidos solúveis (MEDEIROS et al., 2007).

Apesar da grande importância da cultura da palma, especialmente para a região Nordeste, pesquisas voltadas a qualidade física e físico-química de cladódios jovens de palma destinados à alimentação humana, cultivados com fertilizante orgânico (biofertilizante) ainda são insipientes, sendo necessário o desenvolvimento de um maior número de estudos.

Nesse sentido, objetivou-se avaliar a qualidade física e físico-química de cladódios jovens de palma Orelha de elefante mexicana e Miúda produzidos sobre níveis de biofertilizante.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Conceitos Gerais das palmas

A palma é uma espécie cultivada em diversas partes do mundo, sendo a mesma pertencente à família das Cactáceas e originárias do México. Segundo Reynolds; Arias (2011), no México, a palma forrageira é utilizada pelo homem desde o período pré-hispânico, assumindo um papel importante na economia agrícola do Império Asteca, juntamente com o milho e a agave, sendo consideradas as espécies vegetais mais antigas a serem cultivadas em todo território mexicano.

Muitas espécies diferentes de *Opuntia* são cultivadas no México para a produção de frutos, sendo ingrediente de diversos pratos típicos. A espécie *O. ficus-indica* é a mais comum e possui a capacidade de adaptação as mais diferentes condições ambientais, desenvolvendo-se em planícies, regiões costeiras, planaltos, dentre outros (LAHSANI, 2004).

No Brasil, a região Nordeste, é a maior produtora de palma, estima-se que existam cerca de 500 mil hectares cultivadas, estando boa parte dessas áreas concentradas nos estados de Pernambuco, Paraíba, Alagoas, Rio Grande do Norte e Bahia. Sendo cultivadas em maior escala duas espécies de palma forrageira *O. ficus-indica* (gigante e redonda) e *Nopalea cochenillifera* (miúda ou doce) (OLIVEIRA et al., 2011).

Nos últimos anos, a palma “Orelha de Elefante Mexicana” (*O. tuna* L. Mill.), um clone importado do México e da África que apresenta a vantagem de ser resistente à cochonilha do carmim (VASCONCELOS et al., 2009). Para facilitar o manejo e fornecer aos animais, a palma depois de cortada por ser queimada para eliminar os espinhos (Rocha, 2012). A “Orelha de Elefante Mexicana” foi introduzida na região Nordeste do Brasil em 2003 e, é considerada uma planta menos exigente em fertilidade do solo, apresentando elevada quantidade de espinhos, um aspecto que pode comprometer sua palatabilidade e dificultar seu manejo como planta forrageira (CAVALCANTI et al., 2008). A palma, *O. ficus-indica* é uma planta arborecente, com 3 a 5 m de altura, apresentando uma copa larga, com diâmetro em torno de 1,5 m. É formada por artículos suculentos ou raquetes “cladódios”. Apresentam córtex verde que, na ausência de folhas, exercem a função de órgão fotossíntese (ALBUQUERQUE; SANTOS, 2005). Com relação a produtividade da palma “Orelha de Elefante Mexicana” Santos et al. (2011) encontrou valores de aproximadamente 55 t de MS/ha/ano, apresentando-se como destaque entre as espécies de opuntias. Enquanto Galvão et al. (2018) ao avaliar a qualidade dos cladódios jovens da palma “Orelha de Elefante

Mexicana” minimamente processados, estimou para o teor de ácido ascórbico média 2,38 a 1,96 mg/100g, respectivamente.

A palma (miúda ou doce) é uma planta de porte pequeno e caule bastante ramificado. Sua raquete pesa cerca de 350 g, possuem quase 25 cm de comprimento, forma acentuadamente obovada (ápice mais largo que a base) e coloração verde intenso brilhante. As flores são vermelhas e sua corola permanece meio fechada durante o ciclo. O fruto é uma baga de coloração roxa. Sendo mais nutritiva que as demais cultivares (SILVA; SANTOS, 2007), por apresentar maiores teores de matéria seca e carboidrato (SANTOS et al., 2005). Apresenta menor resistência à seca, embora seja resistente à cochonilha do carmim (NEVES et al., 2010). É mais exigente em fertilidade, umidade e exige temperatura noturna mais amena quando comparada as outras cultivares, não sendo, dessa forma, indicada para áreas de sertão (ALBUQUERQUE, 2000). Em termos de produtividade de massa verde, a palma miúda tem se mostrado inferior às cultivares gigante e redonda. No entanto, quando essa produção é transformada em matéria seca, os últimos resultados se equivalem, por ter a palma miúda mais matéria seca que as outras (SANTOS et al., 2006).

A palma miúda apresenta produtividade elevada assim foi constatado por Santos et al. (2006) ao avaliar a produtividade anual da palma miúda submetida a três frequências de colheita (anual, bienal e trienal) e três densidades de plantio (5.000, 10.000 e 20.000 plantas/ha). A produtividade de massa seca em tonelada/hectare/ano, para as populações de 5, 10 e 20 mil plantas/ha, foi de 5,9, 7,8 e 9,9 t/ha/ano, respectivamente. Para as diferentes frequências de colheita foram obtidas produtividades de 6,9; 9,7 e 6,9 tonelada de massa seca/hectare/ano para as frequências anual, bienal e trienal, respectivamente.

A palma é uma espécie que apresenta em seu sistema radicular uma rede de raízes finas próximas da camada superficial do solo (até 10-20 cm), possuindo a finalidade de absorver a água de chuvas leves e até do orvalho, característica que favorece seu cultivo em locais com baixo índice pluviométrico (OLIVEIRA et al., 2010). Segundo Zúñiga-Tarango et al. (1999) as raízes da palma se desenvolvem na camada superficial do solo de 0-18 cm, onde foram encontradas 96% da massa radicular, registrando-se somente cerca de 3% na faixa de 18 a 36 cm.

A palma apresenta metabolismo fotossintético CAM (Metabolismo Ácido das Crassuláceas) e, por isso, abre os estômatos para a absorção do CO₂ durante a noite, para reduzir a perda de água para o ambiente. O CO₂ absorvido durante a noite é armazenado temporariamente na forma de ácido málico, no vacúolo celular, para posteriormente ser

utilizado nas reações fotossintéticas do dia seguinte. Além do metabolismo CAM, a palma apresenta algumas estruturas morfoanatômicas que representam adaptações ao ambiente com déficit hídrico, tais como presença de tricomas e estômatos profundos, no interior de criptas formadas por camadas de cutinas sobre a epiderme (SANTOS et al., 2010).

A palma apresenta-se como alternativa para as regiões semiáridas, diante de suas características fisiológicas e múltiplas utilidades. Podendo ser utilizados com a finalidade para o consumo humano, na alimentação animal, produção de fitomassa para fins energéticos, produção de cochonilha para corante, proteção do solo, produção de remédios e cosméticos (BARBERA, 2001; ALMEIDA; PEIXOTO; LEDO, 2012).

Dentre as finalidades que a palma possui o seu uso na alimentação animal ocorre com frequência, especialmente na região Nordeste. Os proprietários de rebanhos utilizam esta planta no período de estiagem, quando a escassez de água e alimento é muito elevada. Por ser considerado um alimento rico em carboidratos não fibrosos e pobre em proteínas a palma é caracterizada como um alimento energético (LIMA, 2013).

A agroindustrialização da palma resulta em diversas preparações, produtos e derivados, permitindo o uso diversificado dos cladódios jovens e dos frutos, fato que resulta em agregação de valor produção, com efeitos positivos na geração de trabalho e renda, vindos a ser utilizada na alimentação humana, podendo ser usada para fazer sucos, saladas, pratos guisados, cozidos e doces (CHIACCHIO, 2006). Segundo Flores-Valdez (2001), no México, o broto de palma é muito utilizado, onde existem plantios nativos selvagens, hortas familiares e plantações comerciais. De acordo com Guedes et al. (2004) , existem mais de 200 receitas de comidas à base de palma.

2.1. Uso de Biofertilizante na Agricultura

A utilização de adubos orgânicos é cada vez mais crescente na agricultura atual, sendo utilizadas diversas fontes que propiciam melhorias nas características do solo e promovem incrementos na produção das culturas. É considerado adubo ou fertilizante orgânico os produtos de origem animal, vegetal ou agroindustrial que quando aplicados no solo promovem melhorias em sua fertilidade e contribui para o aumento da produtividade e qualidade das culturas (TRANI et al., 2013).

A elevada demanda pelo fornecimento de nutrientes as plantas, proporciona cada vez mais o desenvolvimento de técnicas que possibilitem amenizar os custos de produção, aliado

à diminuição dos problemas ambientais ligados a produção das culturas (CHICONATO et al., 2013). De acordo com Darlot (2006), devido à importância que a sustentabilidade vem tomando no desenvolvimento coloca as linhas de produção da agricultura, em posição de destaque na busca de uma tecnologia que seja menos agressiva ao ambiente e ao homem. Os sistemas agrícolas podem ser consideradas alternativas ao modelo convencional, e são partes intrínsecas de uma nova agricultura que busca a sustentabilidade (DARLOT, 2006).

Assim, surge o biofertilizante como uma alternativa economicamente viável para sua maior utilização na agricultura. O biofertilizante é um subproduto obtido a partir da fermentação anaeróbica (sem presença de ar) ou aeróbica e podem ter formulações distintas. Em sua fórmula é comum encontrarmos resíduos da lavoura, dejetos de animais, fosfato, calcário e outros produtos que aportem macros e micronutrientes essenciais as plantas. Sob a forma líquida, o biofertilizante contém uma complexa composição de nutrientes essenciais às plantas (principalmente nitrogênio e fósforo), atuando como fertilizante e também como defensivo agrícola, erradicando pragas e doenças (LOPEZ, 2013).

A partir deste que é o princípio de produção de todos os tipos de biofertilizantes, existem várias maneiras de se aumentar à concentração de nutrientes, originando assim os biofertilizantes enriquecidos. O processo de enriquecimento pode se dar com a adição de cinza de madeira ou cinza de casca de arroz, urina de vaca, plantas trituradas, frutas, farinha de rochas naturais, leite, esterco bovino e de aves ou macro e micronutrientes concentrados (TIMM et al., 2004).

De acordo com Galbiatti et al. (2011) a utilização de biofertilizante atua nutricional mente sobre o metabolismo vegetal, possui alta atividade microbiana e bioativa e proporciona maior proteção e resistência a planta contra agentes externos, além de atuar contra ciclagem de nutrientes do solo. A aplicação de biofertilizante nas plantações favorece a multiplicação de microrganismos, proporcionando saúde e vida ao solo. Além disso, os biofertilizantes melhoram a porosidade desses agrossistemas, permitindo maior penetração do ar nas camadas mais profundas ate as raízes.

A produção de biofertilizante tem contribuído para otimização do aproveitamento de resíduos orgânicos gerados em propriedades de base familiar. No entanto, torna-se necessário que este processo seja utilizado com eficiência, de maneira que a qualidade do insumo obtido possa proporcionar ao sistema aportes adequados de nutrientes e de agentes biológicos para o desenvolvimento equilibrado das plantas (TIMM et al., 2004). Segundo Souza; Resende (2003), uma das alternativas para a suplementação de nutrientes em hortaliças tem sido a

utilização de biofertilizantes, que podem ser aplicados via solo, via sistemas de irrigação ou pulverização sobre as plantas. Atualmente, vários biofertilizantes são utilizados regionalmente, preparados com resíduos animais, vegetais e agroindustriais. O emprego de biofertilizantes tem aumentado muito, devido ao seu baixo custo, à sua variada composição e especialmente à sua boa concentração de nutrientes.

Com relação a alguns trabalhos desenvolvidos pode-se considerar que o uso mais comum do biofertilizante é a pulverização sobre as plantas, como relatado por Scherer et al. (2003); Santos et al. (2003); Moreira et al. (2003) sendo usado como adubo foliar. Contudo, para que se possa usar o biofertilizante como adubo foliar com bons resultados, é necessário um bom conhecimento dos princípios que regem a absorção e o movimento dos nutrientes nas plantas, bem como os efeitos da sua falta ou excesso, e as regras práticas da sua aplicação. Deve-se ressaltar que os biofertilizantes são constituídos por diversos nutrientes, não sendo dessa maneira um adubo foliar que contenha apenas um nutriente.

O horário de aplicação também é importante, pois as aplicações foliares realizadas nas horas mais frescas e úmidas do dia (de manhã e final da tarde) proporcionam um melhor aproveitamento do biofertilizante, em função da umidade no ar, que abaixo de 60% pode reduzir a vida útil da gota, podendo esta nem chegar à planta ou atingir a folha, talvez não dê tempo dos nutrientes serem absorvidos adequadamente pelas plantas (DARLOT, 2006).

Santos et al. (2003) testando a ação do biofertilizante Agrobio e de 3 substratos na produção de mudas de alface para o plantio orgânico, chegaram à conclusão que o biofertilizante Agrobio quando pulverizado a 8%, uma vez por semana, possibilitou um aumento no peso da matéria fresca da parte aérea das plantas.

2.3 Condições Edafoclimáticas

A região semiárida nordestina possui características climáticas bastante peculiares, com uma distribuição pluviométrica entre 300 a 800 mm anuais, sendo concentrado nos primeiros meses do ano, solo com uma variada diversidade pedológica, apresentando solos de baixa à boa fertilidade, constituído em grande parte por rochas cristalinas (CRISPIM et al., 2016).

Decorrentes dos grandes períodos de secas que ocorrem na região, a agricultura sofre sérios danos, promovendo efeitos diretos sobre a economia da região. A ausência ou o excesso de chuvas na região promovem grandes prejuízos à agricultura, pecuária, os níveis

dos mananciais e na geração de energia elétrica, refletindo diretamente sobre a economia local (MEDEIROS et al., 2016).

A palma é uma espécie que possui alto potencial de exploração para a região Nordeste, apresentando-se como uma boa alternativa para os produtores. Segundo Padilha Júnior et al. (2016), a palma destaca-se como uma das grandes alternativas para a convivência em regiões semiáridas, isto em virtude da sua capacidade de adaptação a estrições hídricas e irregularidade de chuvas, onde mesmo com os longos períodos de estiagem a palma se mantém estável e produtiva. O crescimento e o desenvolvimento satisfatório das plantas dependem da combinação adequada do manejo cultural, dos fatores ambientais e do potencial genético da variedade (OLIVEIRA, 2010).

O bom rendimento da cultura no semiárido nordestino está associado ao fato de necessitar de menor quantidade de água do que outras culturas convencionais. A palma utiliza de 100 a 200 kg de água para produzir 1 kg de matéria seca. Por isso a palma produz bem em áreas com precipitação anual de até 750 mm, característico do semiárido. A umidade relativa precisa estar acima de 40% e temperatura diurna e noturna de 25 a 15 °C. Em algumas regiões do semiárido, a alta temperatura noturna é o principal fator para as menores produtividades ou até a morte da planta (SANTOS et al., 2006).

A palma é uma espécie exigente em características físico-químicas do solo, sendo recomendada sua produção em solos areno-argilosos, com boa fertilidade, profundidade de 60 a 70 cm, bem drenados e não salinos ricos em nutrientes, especialmente o potássio e cálcio (SILVA; SAMPAIO, 2015).

No geral, as *Opuntias* são nativas em vários ambientes, desde as regiões tropicais do México, com temperaturas sempre acima de 5°C até regiões do Canadá, com temperaturas que alcançam até -40 °C durante o inverno. No entanto, estudos mostram que temperaturas ideais para a palma estão entre 25 °C durante o dia e de 15 °C durante a noite (NOBEL, 2001).

De acordo com Farias et al. (2005) a palma tem seu crescimento favorecido em regiões com maiores altitudes, em virtude de redução da temperatura do ar e ao aumento da umidade relativa no período noturno (55 á 60%). As espécies do gênero *Opuntia* não se adaptam bem em regiões com baixa altitude, elevadas temperaturas noturnas e baixa amplitude térmica. Isso ocorre em algumas regiões do semiárido e são a causa da baixa produtividade e até mesmo da morte da palma (SANTOS et al., 2006).

2.4 Qualidades Pós-Colheita de Cladódios Jovens de Palma

A palma apresenta-se como uma boa alternativa para ser utilizada na alimentação humana, isto em virtude de apresentar excelentes características nutricionais. Na América Latina a utilização da palma na alimentação humana é comum, sendo os cladódios da palma consumidos fresco ou após serem processados (FEUGANG et al., 2006).

Para serem consumidos como hortaliças e com qualidade satisfatória, os cladódios jovens devem apresentar-se tenros, jovens, finos, de aparência fresca, túrgidos e de cor verde-brilhante, colhidos 30 a 60 dias após a brotação, com peso variando entre 80 a 120 g e comprimento entre 15 a 20 cm (CANTWWELL, 2001).

A palma forrageira é rica em vitaminas A, C e do complexo B e minerais essenciais ao organismo humano, como cálcio, magnésio, sódio, potássio e antioxidantes, chegando a ser mais nutritiva que outros alimentos, como a couve, beterraba e banana (NUNES, 2011).

Segundo Medina-Torres et al. (2011) os cladódios jovens também apresentam em sua constituição flavonoides como kaempferol, isoramnetina e quercetina que se encontram na forma de agliconas, isto é, na forma de moléculas desprovidas de açúcares.

De acordo com Lopes (2007) a composição química da verdura de palma assemelha-se à maioria dos vegetais, compõe-se principalmente de água (92%) e carboidratos, incluindo fibra (4-6%), proteína (1-2%) e minerais, sobretudo cálcio (1%). Também contém quantidades moderadas de ácido ascórbico (10-15 mg 100g⁻¹) e o precursor da vitamina A, o β -caroteno.

No Brasil, algumas pesquisas estão sendo desenvolvidas com o objetivo de aproveitar a palma na elaboração de produtos diferenciados para alimentação humana, como também para acabar com o preconceito entre potenciais consumidores de palma, que poderiam ajudar na difusão de uma culinária delicada e nutritiva, que está presente nos mais finos restaurantes de países como o México, a Itália e a Espanha (CHIACCHIO; SANTOS, 2006).

Gusmão (2011) avaliando a utilização de cladódios jovens de palma na obtenção de farinhas, obteve em seus resultados para as diferentes frações granulométricas de farinhas (80, 150 e 325 Mesh) elevadas concentrações de fósforo (289,50 a 333,15 mg 100g⁻¹), cálcio (111,13 a 337,67 mg 100g⁻¹) e ferro (59,67 a 87,89 mg 100g⁻¹). Luiz et al. (2016), estudando o processamento e a caracterização de geleia elaborada com cladódios de palma, apresentou valores de 31,66% para sólidos solúveis, 4,04 para o pH, 3,09 mg 100g⁻¹ para ácido ascórbico e 0,23% acidez titulável.

Lima et al. (2012), avaliando a aceitação de diferentes umbuzadas formuladas com palma, constatou que a bebida composta por palma, leite de vaca e umbu teve boa aceitação em crianças de escolas públicas. Santos et al. (2016), ao avaliar a aceitação de cocada de palma com a adição de cachaça, constatou em seus resultados que 70% de aceitabilidade.

Silva et al. (2018), ao avaliar a qualidade pós-colheita de cladódios jovens de palma “Orelha de Elefante Mexicana” para a alimentação humana, proveniente da adubação orgânica, veio estimar valores para as características físico e físico-químicas de pH com médias de (4,24), sólidos solúveis (4,89%), razão sólidos solúveis/ acidez titulável (2,40%) e ácido ascórbico (6,53 mg 100g⁻¹).

Galvão et al. (2018) ao trabalhar com cladódios jovens de palma “Orelha de Elefante Mexicana” submetidos ao armazenamento refrigerado, ao avaliar as características física e físico-química dos cladódios obteve valores de (0,6 a 0,8%) para acidez titulável, sólidos solúveis de (3,1 a 3,6%), clorofila (0,65 a 1,01 mg 100g⁻¹) e carotenoides variando de (278 a 318 µg 100g⁻¹).

3. REFERÊNCIAS

- ALBUQUERQUE, S. G. de Cultivo da palma forrageira no Sertão do São Francisco. Petrolina: **Embrapa Semi-Árido**, 2000. 6 p. (Embrapa Semi-Árido. Comunicado técnico, 91). Disponível em: Acesso em: 20 jan. 2019.
- ALBUQUERQUE, S. G.; SANTOS, D. C. **Palma-forrageira**. In: KIILL, L. H. P.; MENEZES, E. A. (Ed.). Espécies vegetais exóticas com potencialidades para o semi-árido brasileiro. Petrolina, PE: Embrapa Semi-Árido; Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica. 2005. p. 340.
- ALMEIDA, J.; PEIXOTO, C. P.; LEDO, C. A. S. Caracterização do sistema de produção e utilização da palma forrageira na região semiárida do estado da Bahia. **Enciclopédia Biosfera**, v. 8, n. 15, p. 394-404, 2012.
- ANDA - Associação Nacional para Difusão de Adubos. Disponível <http://anda.org.br/estatisticas/> Acesso em 20 de Janeiro de 2019.
- BARBERA, G.; INGLESE, P.; BARRIOS, E. P. (Eds.). **Agroecologia, cultivo e usos da palma forrageira**. Paraíba: SEBRAE/PB, 2001. 216 p.
- 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, n. 7, p. 755-761, 2014.
- CÂNDIDO FILHO, A.; PEREIRA, F.; LIMA, A. Base alimentar humana com o uso da palma forrageira. **VI Simpósio de Reforma Agrária e Questões Rurais**. Recife: Instituto Agrônômico de Pernambuco, 2014.
- CANTWELL, M. Manejo pós-colheita de frutas e verdura de palma forrageira. In: BARBERA, G.; INGLESE, P.; BARRIOS, E. P. **Agroecologia, cultivo e usos da palma forrageira**. SEBRAE, PB. 2001, cap. 14, p. 123-139.
- CASTEL-BRANCO, C. Os mega projectos em Moçambique: que contributo para a economia nacional? **Comunicação apresentada no Fórum da Sociedade Civil sobre a Iniciativa de Transparência da Indústria Extractiva (ITIE)**, Maputo 27 e 28 de Novembro, 2008.
- CAVALCANTE, M. C. A., BATISTA, A. M. V., GUIM, A., LIRA, M. A., RIBEIRO, V. L. RIBEIRO NETO, A. C. Consumo e comportamento ingestivo de caprinos e ovinos alimentados com palma gigante (*Opuntia ficus-indica* Mill) e palma orelha de elefante (*Opuntia* sp.). **Acta Scientiarum Animal Sciences**, v.30, n. 2, p. 173-179, 2008.
- CHIACCHIO, F. P. B.; MESQUITA, A. S.; SANTOS, J. R. Palma forrageira: uma oportunidade econômica ainda desperdiçada para o semiárido baiano. **Bahia Agrícola**, v.7, n. 3, p. 39-49, 2006.
- CORREIA, R. C.; KIILL, P. H. L.; MOURA, M. S. B.; CUNHA, T. J. F.; JÚNIOR, L. A. J.; ARAÚJO, J. L. P. A região semiárida brasileira. **EMBRAPA**. 2011. p. 48.

CRISPIM, A. B.; SOUZA, M. J. N.; QUEIROZ, P. H. B.; SILVA, E. V. A questão da seca no semiárido nordestino e a visão reductionista do estado: a necessidade da desnaturalização dos problemas socioambientais. **Ambiente e Educação**, v. 21, n. 2, p. 39-59, 2016.

DANTAS, S. F. A.; LIMA, G. F. C.; MOTA, E. P. Viabilidade econômica da produção de palma forrageira irrigada e adensada no semiárido potiguar. **Revista IPECEGE**, v. 3, n. 1, p. 59-74, 2017.

DAROLT, M. R. **Caracterização Química, Qualidade Sanitária e Eficiência em Diferentes Concentrações na Cultura da Alfaca**. 2006. 52 f. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo)- Universidade Federal do Paraná- UFPR, Departamento de Solos e Engenharia Agrícola, Setor de Ciências Agrárias- Curitiba-PR. 2006.

DAROLT, M. R. Guia do produtor orgânico: como produzir em harmonia com a natureza. Londrina: **IAPAR**. 41 p. 2002.

FARIAS, I.; SANTOS, D. C. dos; DUBEUX JUNIOR, J. C. B.; MENEZES, R. S. C.; SIMÕES, D. A.; SAMPAIO, E. V. S. B. Estabelecimento e manejo da palma forrageira. In: (Ed.). **A palma no Nordeste do Brasil: conhecimento atual e novas perspectivas de uso**. Recife: Ed. Universitária da UFPE, 2005. p. 81-104.

FEUGANG, J. M. P.; KONARSKI, D. ZOU, F. C.; STINTZING, F. C.; F. C.; ZOU, C. Nutritional and medicinal use of cactus pear (*Opuntia* spp) cladodes and fruits. **Frontiers in Bioscience**, v. 11, n. 2, p. 2589, 2006.

FLORES VALDEZ, C. A. **Produção, industrialização e comercialização de verdura de palma forrageira**. In: BARBERA, G.; INGLESE, P.; BARRIOS, E. P. (Ed.). Agroecologia, cultivo e usos da palma forrageira. Paraíba: SEBRAE/PB, 2001. P. 94-102.

GALBIATTI, J. A.; SILVA, F. G.; FRANCO, C. F.; CARMELHO, A. D. Desenvolvimento do feijoeiro sob o uso de biofertilizante e adubação mineral. **Engenharia Agrícola**. Jaboticabal, v. 31, n. 1, p. 167-177, 2011.

GALVÃO, T. H. B.; COSTA, F. B.; NASCIMENTO, A. M.; SILVA, A. G. F.; SILVA, K. G.; SANTOS, K. P.; LEITE, J. L.; SILVA, M. S.; SALES, G. N. B.; GADELHA, T. M. Physico-chemical quality changes of young cladodes of "mexican elephant ear" minimally processed during refrigerated storage. **Journal of Experimental Agriculture International**, v. 27, n. 1, p. 1-9, 2018.

GUEDES, C. C. **Culinária com broto de palma**. João Pessoa: Universitária, 2002. 53p.

GUEDES, C. C. **Festival gastronômico da palma**. Gurjão, PB: SEBRAE/PB, 2004. 1p.

GUSMÃO, R. P. **Avaliação dos aspectos tecnológicos envolvidos na obtenção da farinha de palma forrageira (*Opuntia ficus indica* Mill)**. 2011. 68 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa-PB, 2011.

LAHSASNI, S.; KOUHILA, M.; MAHROUZ, M.; JAOUHARI, J. T. Drying kinetics of prickly pear fruit (*Opuntia ficus indica*). **Journal of Food Engineering**, v. 63, n. 4, p. 173-179, 2004.

- LANA, R. P. Uso racional de recursos naturais não renováveis: aspectos biológicos, econômicos e ambientais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.38, n. 1, p. 330-340, 2009.
- LEITE, M. L. M. V.; SILVA, D. S.; ANDRADE, A. P.; PEREIRA, W. E.; RAMOS, J. P. F. Caracterização da produção de palma forrageira no cariri paraibano. **Revista Caatinga**, v. 27, n. 2, p. 192-200, 2014.
- LIMA, A. K. V. O.; SOUSA, F. C.; SILVA, L. M. M.; PEREIRA, F. C.; SANTANA, M. F. S. Utilização de umbuzadas formuladas com palma forrageira (*Opuntia ficus indica* Mill) na merende escolar. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 7, n. 3, p. 68-72, 2012.
- LIMA, N. C. **Avaliação de unidades demonstrativas de palma forrageira (*Nopalea e Opuntia*) no estado de Pernambuco**. 2013. 75 f Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2013.
- LOPES, E. B. Palma forrageira: cultivo, uso atual e perspectivas de utilização no In: **VI Congresso Internacional de Palma e Cochonilha e VI Encontro Geral da FAOACTUSNET**. João Pessoa, EMEPA/FAEPA, 130 p, 2007.
- LOPEZ, M. A. R. **Comportamento químico e microbiológico no biofertilizante supermagro**. 2013. 52 p. Dissertação (mestrado em Agronomia)- Universidade de Brasília-UNB, faculdade de agronomia e medicina veterinária. Brasília-DF. 2013.
- LUIS, M. J. S.; PEREIRA, E. M.; CRUZ, E. N.; OLIVEIRA, M. I. V.; MEDEIROS, A. R. H.; LEITE, D. D. F. Processamento e caracterização de geleia e doce em calda com cladódios de palma de espinho (*Opuntia dillenii* var. *Reitzii*). **Revista Agropecuária Técnica**, v. 37, n. 1, p. 27-31, 2016.
- MEDEIROS D. C.; LIMA B. A. B.; BARBOSA M. R.; ANJOS R. S. B.; BORGES R. D.; CAVALCANTE NETO J. G.; MARQUES L. F. Produção de mudas de alface com biofertilizantes e substratos. **Horticultura Brasileira**, v.25, n.3, p.433-436, 2007.
- MEDEIROS, R. M.; BRITO, J. I. B.; SILVA, V. M. A.; MELO, V. S.; COSTA NETO, F. A. El Niño/La Niña e sua influência no número de dias com chuva em Bom Jesus – Piauí, Brasil. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 11, n. 2, p. 16-23, 2016.
- MOREIRA, V. F.; FERNANDES, M. C. A.; SANTOS, V. L. S.; PEREIRA, A. J.; CASTILHO, A. M. C. Avaliação do uso de biofertilizante líquido no desenvolvimento de mudas de alface obtidas em diferentes substratos. In: Congresso Brasileiro de Agroecologia, 1., 2003, Porto Alegre. **Anais**. Porto Alegre: EMATER: RS-ASCAR, 2003. CD-ROM.
- NEVES, A. L. A.; PEREIRA, L. G. R.; SANTOS, R. D.; VOLTOLINI, T. V.; ARAÚJO, G. G. L. de; MORAES, S. A. de; ARAGÃO, A. S. L.; COSTA, C. T. F. Plantio e uso da palma forrageira na alimentação de bovinos no semiárido brasileiro. Juiz de Fora: **Embrapa Gado de Leite**, 2010. 7 p. (Embrapa Gado de Leite. Comunicado Técnico, 62). Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/42960/1/Salete-Meta-2011.pdf>>. Acesso em: 20 de janeiro. 2019.

NOBEL, P. S.; BARBERA, G.; INGLESE, P.; BARRIOS, E. P. *Biologia ambiental*. In: **Agroecologia, cultivo e usos da palma forrageira**. SEBRAE, PB. 2001.

NUNES, C. S. Usos e aplicações da palma forrageira como uma grande fonte de economia para o semiárido nordestino. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v.6, n.1, p.58-66, 2011.

OLIVEIRA A. S. C.; FILHO F. N. C.; RANGEL A. H. N.; LOPES K. B. P. A palma forrageira: alternativa para o semiárido. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável (Mossoró – RN – Brasil)** v. 6, n.3, p. 49-58, 2011.

OLIVEIRA JR, S.; BARREIRO NETO, M.; RAMOS, J. P. F.; LEITE, M. L. M. V.; BRITO, E. A.; NASCIMENTO, J. P. Crescimento vegetativo da palma forrageira (*Opuntia ficus-indica*) em função do espaçamento no semiárido paraibano. **Tecnologia & Ciência Agropecuária**, João Pessoa, v.3, n.1, p.7-12, 2009.

OLIVEIRA, E. A.; JUNQUEIRA, S. F.; MASCARENHAS, R. J. Caracterização físico-química e nutricional do fruto da palma (*Opuntia ficus-indica* L. Mill.) cultivada no sertão do sub-médio São Francisco. **Revista Holos**. v. 3, n. 27 , p. 113-119, 2011.

OLIVEIRA, F. T.; SOUTO, J. S.; SILVA, R. P.; ANDRADE FILHO, F. C.; PEREIRA JÚNIOR, E. P. Palma forrageira: adaptação e importância para os ecossistemas áridos e semiáridos. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 5, n. 4, p. 27-37, 2010.

OLLIVIER, T., ROJAT, D.; BERNADAC, C.; GIRAUD, P. N. Natural resources, environment, and sustainable growth in Mozambique. (Report and Appendices). **CERNA**, 2009. p. 1-39.

Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura. **Global report on food crises 2017**. Disponível em: <<http://www.fao.org/>>. Acesso em: 03 fev. 2019.

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, n. 1, p. 67-72, 2016.

REINOLDS, S.; ARIAS, E. **General background on opuntia**. Disponível em: <<http://www.fao.org/DOCREP/005/2808E/y2808e04.htm>>. Acesso em: 20 de janeiro de 2019.

SÁENZ, C. Características y Composición Química de los nopales. In: SÁENZ, C.; BERGER, H.; GARCÍA, J. C.; GALLETI, L.; CORTÁZAR, V. G.; HIGUERA, I.; MONDRAGÓN, C.; RODRÍGUEZ-FÉLIX, A.; SEPÚLVEDA, E.; VARNERO, M. T. **Utilización agroindustrial del nopal**. Roma: FAO, 2006. p. 7-22.

SANTOS, D. C.; FARIAS, I.; LIRA, M. A. Manejo e utilização da palma forrageira (*Opuntia* e *Nopalea*) em Pernambuco. IPA. **Documentos**, 30. 48p, 2006.

SANTOS, D. C.; LIRA, M.A; SILVA, M. C. 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. CD-ROM.**

SANTOS, A. F.; CLAUDINO SILHO, S. C.; SILVEIRA FILHO, V. M.; SILVA, E. O. Cocada de palma forrageira (*Opuntia ficus-indica* L.) com adição de cachaça para alimentação humana. **Revista Brasileira de Agrotecnologia**, v. 6, n. 1, p. 1-5, 2016.

SANTOS, D. C.; FARIAS, I.; LIRA, M. A.; SANTOS, M. V. F.; ARRUDA, G. P.; COELHO, R. S. B.; DIAS, F. M.; MELO, J. N. **Manejo e utilização da palma forrageira (*Opuntia e Nopalea*) em Pernambuco. IPA. Documentos, 30. 48p, 2007.**

SANTOS, M V. F.; LIRA, M. A.; DUBEUX JR, J. C. B. Palma forrageira In: **Plantas forrageiras**. 1 ed., Viçosa: Editora UFV, v. único., 2010. p. 459-493.

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

SANTOS, V. L. S. S.; FERNANDES, M. C. A.; MOREIRA, V. F.; CASTILHO, A. M. C.; CARVALHO, J. F. Efeitos do biofertilizante Agrobio e de diferentes substratos na produção de mudas de alface para cultivo orgânico. In: Congresso Brasileiro de Agroecologia, 1., 2003, Porto Alegre. **Anais**. Porto Alegre: EMATER: RS-ASCAR, 2003. CD-ROM.

SCHERER, E. E.; HAMP, S.; NESI, C. N. Avaliação de produtos biológicos para nutrição do feijoeiro foliar. In: Congresso Brasileiro de Agroecologia, 1., 2003, Porto Alegre. **Anais**. Porto Alegre: EMATER: RS-ASCAR, 2003. CD-ROM.

SHETTY, A. A.; RANA, M. K.; PREETHAM, S. P. Cactus: a medicinal food. **Journal of Food Science & Technology**, v. 49, n. 5, p. 530-536, 2012.

SILVA, C. C. F.; SANTOS, L. C. Palma forrageira (*Opuntia ficus indica* Mill) como alternativa na alimentação de ruminantes. **Revista Electrónica de Veterinária REDVET**, v. 7, n. 10, p. 1-13, Out. 2006. Disponível em: <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n101006/100609.pdf>>. Acesso em: 20 de janeiro. 2019.

SILVA, M. S.; COSTA, F. B.; FORMIGA, A. S.; NÓBREGA, J. S.; BRASIL, Y. I.; LIRA, R. P.; SILVA, J. L.; SALES, G. N. B.; PEREIRA, U. S.; NASCIMENTO, A. M. Qualitative assessment of early palm cladodes of *Opuntia tuna* L. (Mill) grown with organic manures. **Journal of Experimental Agriculture International**, v. 26, n. 6, p. 1-14, 2018.

SILVA, R. R.; SAMPAIO, E. V. S. B. Palmas forrageiras *Opuntia ficus-indica* e *Napolea cochenillifera*: sistemas de produção e usos. **Revista GEAMA**, v. 2, n. 1, p. 131-141, 2015.

SOUZA, J. L.; RESENDE, P. **Manual de Horticultura orgânica**. Viçosa: Aprenda Fácil, 2003. 564 p.

STINTZING, F. C., CARLE, R. Cactus stems (*Opuntia spp.*): A review on their chemistry, technology, and uses. **Molecular Nutrition & Food Research**, v. 49, n. 2, p. 175-194, 2005.

SUDENE. **Ministério do Desenvolvimento Regional**. 2017. Disponível em: <http://www.sudene.gov.br/planejamento-regional/delimitacao-do-semiarido>. Acesso em 03 de fev. 2019.

TIMM, P. J.; GOMES, J. C. C.; MORSELLI, T. B. Insumos para agroecologia: Pesquisa em vermicompostagem e produção de biofertilizantes líquidos. **Revista Ciência & Ambiente**, julho/dezembro, 2004. Universidade federal de santa Maria 29º publicação.

TRANI, P. E.; TERRA, M. M.; TECCHIO, M. A.; TEIXEIRA, L. A. J.; HANASIRO, J. **Adubação Orgânica de Hortaliças e Frutíferas**. Instituto Agronômico de Campinas, IAC. 2013. Disponível em: <http://www.iac.sp.gov.br/imagem_info_rmacroestecnologicas/83.pdf>. Acesso em: 20 de Janeiro de 2019.

VASCONCELOS, A. G. V.; LIRA, M. A.; CAVALCANTI, V. A. L. B.; SANTOS, M. V. F. Seleção de clones de palma forrageira resistentes à cochonilha do carmim (*Dactylopius ceylonicus*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, n. 5, p. 827-831, 2009.

ZÚÑIGA-TARANGO, R.; VÁZQUEZ-ALVARADO, R.; SALAZAR-SOSA, E. **Patrón de desarrollo radical de nopal em diferentes condiciones de suelo y su relación com el rendimiento**. In: AGUIRRE-RIVERA, J. R.; REYES-AGUERO, J. A (eds). Conocimiento y aprovechamiento del nopal. VIII Congreso Nacional Y Congreso Internacional. Universidad Autónoma de San Luís Potosí, San Luís Potosí, México, p.12-13, 1999.

CAPÍTULO 1

ASPECTOS FÍSICOS E FÍSICO-QUÍMICOS DE CLADÓDIOS JOVENS DA PALMA “ORELHA DE ELEFANTE MEXICANA”, CULTIVADOS SOB NÍVEIS DE BIOFERTILIZANTE

RESUMO

Cladódios de palma são usados na alimentação humana em regiões áridas e semiáridas do mundo. O uso de biofertilizante no cultivo da palma pode melhorar as características físicas e químicas do solo, bem como, também, a produtividade e a qualidade físico-química dos cladódios. Objetivou-se avaliar a qualidade física e físico-química de diferentes comprimentos de cladódios da palma "Orelha de Elefante Mexicana" cultivada sobre níveis de biofertilizante. O esquema fatorial utilizado para palma "Orelha de Elefante Mexicana" foi o 3x5, sendo três tamanhos dos cladódios (8-12, 12-16 e 16-20 cm) e cinco níveis de biofertilizante (0, 5, 10, 15 e 20%) com três repetições, em delineamento inteiramente casualizado (DIC). O diâmetro do cladódio, massa fresca, sólidos solúveis, pH, acidez titulável, razão sólidos solúveis e acidez titulável (SS/AT), ácido ascórbico, compostos fenólicos, açúcares solúveis totais, clorofila a e b, clorofila total, carotenoides e respiração dos cladódios foram avaliados aos 40 dias após as brotações. Pelos resultados, em geral, o cladódio de 16-20 cm apresentou melhores resultados de qualidade físico e físico-química da palma "Orelha de Elefante Mexicana". O biofertilizante proporcionou incremento na qualidade física e físico-química nos cladódios, independentemente do tamanho do cladódio. Os cladódios apresentaram características similares a de algumas hortaliças convencionais, apresentando teores de compostos antioxidantes que viabilizam para o consumo humano, especialmente os da faixa de comprimento 16-20 cm. Os cladódios da faixa de tamanho 16-20 cm produzidos com biofertilizante apresentaram menores taxas respiratórias.

PALAVRAS-CHAVE: Hortaliça não convencional; *opuntia tuna*; produção orgânica; sólidos solúveis.

ABSTRACT

Palm cladodes are used for human consumption in the arid and semi-arid regions of the world. The use of biofertilizer in palm cultivation can improve soil physical and chemical characteristics, as well as productivity and physico-chemical quality of cladodes. The objective was to evaluate the physical and physicochemical quality of different cladodes lengths of the palm "Mexican Elephant Ear" grown on biofertilizer levels. The factorial scheme used for "Mexican Elephant Ear" palm was 3x5, with three sizes of cladodes (8-12, 12-16 and 16-20 cm) and five levels of biofertilizer (0, 5, 10, 15 and 20 %) with three replications, in a completely randomized design (DIC). The diameter of cladodium, fresh mass, soluble solids, pH, titratable acidity, soluble solids and titratable acidity (SS / AT), ascorbic acid, phenolic compounds, total soluble sugars, chlorophyll a and b, total chlorophyll, carotenoids and cladodes respiration were evaluated at 40 days after sprouting. From the results, in general, the 16-20 cm cladodium presented better results of physical and physical-chemical quality of the palm "Mexican Elephant Ear". The biofertilizer provided increased physical and physicochemical quality in the cladodes, regardless of the size of the cladodium. The cladodes presented characteristics similar to some vegetables, presenting levels of antioxidant compounds that are feasible for human consumption, especially those in the 16-20 cm length range. The cladodes of the size range 16-20 cm produced with biofertilizer showed lower respiratory rates.

Keywords: Unconventional vegetables; opuntia tuna; organic production; solubles solids.

1. INTRODUÇÃO

Opuntia tuna (L.) Mill. tem origem no México e África, é resistente à cochonilha do carmim e tem menor exigência em fertilidade de solo (VASCONCELOS et al., 2009; CAVALCANTI et al., 2008). A *O. tuna* é a espécie de palma mais cultivada no sertão nordestino (NUNES, 2011), no entanto, tem grande número de espinhos dificultando o consumo por parte de animais e humanos (NEVES et al., 2010).

Segundo a Organização das Nações Unidas (ONU), a palma está na relação de alimentos viáveis ao combate à fome por apresentar em sua constituição diversos conteúdos nutricionais, vindo a ser uma alternativa de baixo custo, podendo ser utilizada em medicamentos contra gastrite, hiperglicemia, diabetes, arteriosclerose e hipertrofia prostática (CÂNDIDO FILHO et al., 2014; DIAZ et al., 2017). De acordo com Cantwell (2001), os cladódios jovens de palma tem apresentado em média 91% de água, 1,5% de proteínas, 1,1% de fibras, 4,6% de carboidratos totais, 90 mg.100g⁻¹ de cálcio, 2,8 mg.100g⁻¹ de ferro, 11 mg.100g⁻¹ de ácido ascórbico e 220 µg de vitamina A (CANTWELL, 2001). Segundo Lima et al. (2017), os cladódios jovens de palma apresentam em sua constituição média de 2,73% para sólidos solúveis, 0,79% de acidez titulável, 5,7 mg/100 de ácido ascórbico e 6,9 para pH. Valores considerados significativos para sua utilização na alimentação humana.

Assim o uso de biofertilizantes pode aumentar a produção de cladódios de palma e melhorar as características químicas, físicas e biológicas do solo, controlando pragas e doenças e melhorando a qualidade físico-química de diversas hortaliças (DAROLT et al., 2002). O custo de produção de biofertilizantes é baixo e de fácil produção (DIAS et al., 2002; DAROLT, 2002).

O consumo de hortaliças tem aumentado, não só pelo crescente aumento da população, mas também pela tendência de mudança no hábito alimentar do consumidor (OHSE, 2001). Por outro lado, o consumidor gradativamente tem observado interesse nos atributos nutricionais e na utilização de técnicas ou manejo sem agrotóxicos (MEGIDO; XAVIER, 2003). Devido a essa tendência, o mercado hortícola nacional vem aumentando a cada ano o uso dos biofertilizantes. Esse sistema de produção, apesar de ser utilizado em pequena escala no país, tem apresentado um acréscimo no número de usuários, principalmente próximo aos grandes centros consumidores (FILGUEIRA, 2007).

Objetivou-se avaliar a qualidade física e físico-química de diferentes comprimentos de cladódios da palma “Orelha de elefante mexicana” cultivada sobre níveis de biofertilizante.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Origem dos cladódios

Os cladódios maduro da palma “Orelha de Elefante Mexicana” foram oriundas de uma área experimental do Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar (CCTA) da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), Pombal, Paraíba, Brasil, localizada a 6°48’16” de latitude Sul e 37°49’15” de longitude Oeste, a uma altitude de 175 m.

2.2 Caracterização da área experimental

Os cladódios maduro de palma “Orelha de Elefante Mexicana” foram plantadas na Fazenda experimental professor Rolando Enrique Rivas Castellón do (CCTA), pertencente a UFCG, em São Domingos, Paraíba, Brasil, localizada a 6°48’45” de latitude Sul e 37°55’43” de longitude Oeste, a uma altitude de 190 m cerca de 38km de Pombal, Paraíba. O clima predominante da região é do tipo BSh (Köppen), semiárido quente, com precipitação anual média de 750 mm e chuvas concentradas nos meses de dezembro a abril (SOUZA et al., 2016). A temperatura e umidade relativa 36 °C e 20%, respectivamente.



Figura 1. Área de cultivo da palma “Orelha de Elefante Mexicana”. **Fonte:** SILVA, 2018.

2.3. Instalação do experimento

Quatrocentos cladódios maduros (primários e secundários) de palma “Orelha de Elefante Mexicana”, com 19 meses de idade, foram colhidos e deixados secar a sombra por seis dias para cicatrização e aplicação de calda bordalesa para prevenção de doenças fúngicas e controle de pragas. Os cladódios foram plantados em 342 m² na posição vertical no sentido

Leste-Oeste, em delineamento de blocos casualizados, distribuídos em quatro blocos com 19 x 9 m, contendo 5 parcelas experimentais. As parcelas foram formadas por quatro linhas de plantio, com cinco plantas espaçadas por 0,5 m, totalizando vinte parcelas experimentais com 4 repetições. O espaçamento entre linhas, parcelas e blocos foram de 1,6; 1,6 e 2,0 m, respectivamente. Os cladódios foram enterrados cerca de dois terços no solo. A irrigação foi realizada duas vezes por semana por 30 minutos no final do dia por gotejamento com vasão de 2.2 litros por hora com fitas gotejadoras espaçadas 0,5 m. foi instalado no dia 07 de junho de 2018.

2.4. Condução do experimento

Três desbastes foram realizados no palmar após 107 dias do plantio (22/09/2018, 03/11/2018 e 15/12/2018), deixando apenas a raquete principal para avaliar o crescimento dos cladódios. Por ocasião do segundo desbaste, sem a aplicação de nenhum tratamento, o material colhido foi analisado quanto às características físicas e físico-químicas. Após o segundo desbaste o biofertilizante nos níveis de 0, 5, 10, 15 e 20%, foi aplicado. O material colhido no segundo desbaste, após a aplicação dos tratamentos, foi analisado quanto aos aspectos físicos e físico-químicos. O controle da vegetação espontânea ocorreu por meio de capinas. As plantas avaliadas foram às seis centrais da fileira do meio de cada uma das parcelas livrando a bordadura.

2.5. Preparo e aplicação do biofertilizante

Cinco níveis de concentrações de biofertilizante (0, 5, 10, 15 e 20%) foram aplicados no colo das plantas. As aplicações foram a cada 20 dias com volume de 312,5 ml da solução por planta diluída em água, conforme a tabela a seguir.

Tabela 1: preparo das formulações de biofertilizante.

| Formulação | F1 | F2 | F3 | F4 | F5 |
|----------------------------|------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|-----------------------------|
| Biofertilizant e + Água | 50,0 L Água + 0 Bio | 47,5 L Água + 2,5 L Bio | 45,0 L Água + 5,0 L Bio | 42,5 L Água + 7,5 L Bio | 40,0 L Água + 10,0 L Bio |

L= litros; Bio= biofertilizante.

Dez quilogramas de esterco bovino fresco foram adicionados a 40 L de água em vasilhame plástico (100 L) deixando fermentar por 30 dias, revolvendo uma vez por semana. A primeira e a segunda aplicação do biofertilizante ocorreu em 03/11/2018 e 23/11/2018, com

149 e 169 dias do plantio respectivamente. A caracterização física e química do biofertilizante e do solo utilizado no ensaio encontra-se na Tabela 2 e 3.

Tabela 2. Características física e química do biofertilizante utilizado na área experimental para a produção de palma (*Opuntia tuna* (L.) Mill).

| Amostra | Características químicas e físicas | | | | | | | | |
|-----------------|------------------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|--------------------|------|------|
| | N | P | K ⁺ | Ca ²⁺ | Mg ²⁺ | Na | M.O | C.E. | pH |
| Unidades | % | mg dm ⁻³ | g dm ⁻³ | dS/m | ---- |
| Biofertilizante | 0,19 | 546,6 | 8844,1 | 3,27 | 1,15 | 5,54 | 79,47 | 7,93 | 9,7 |

M.O. – Matéria orgânica; o pH foi medido em extrato aquoso.

Tabela 3. Características física e química do solo utilizado na área experimental para a produção de palma (*Opuntia tuna* (L.) Mill).

| Solo F. A. A | | Características químicas e físicas | | | | | | | | |
|--------------|------|------------------------------------|------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|--------------------|-------|------|--|
| Prof. | N | P | K ⁺ | Ca ²⁺ | Mg ²⁺ | Na | M.O | C.E. | pH | |
| m | % | mg dm ⁻³ | cmolc dm ⁻³ | mg dm ⁻³ | mg dm ⁻³ | mg dm ⁻³ | g dm ⁻³ | dS/m | ---- | |
| 0,00-0,20 | 0,11 | 0,12 | 43,0 | 5,0 | 2,9 | 5,54 | 350,8 | 0,633 | 7,6 | |

Profundidade (Prof); Extrator de P e K, Mehlich⁻¹; Matéria Orgânica (M.O); Condutância Estomática (C.E); o pH foi medido em extrato aquoso (1:2,5) ; Solo Franco Argilo Arenoso (S. F.A.A).

2.6. Delineamento experimental

O delineamento utilizado no laboratório foi o Delineamento Inteiramente Causalizado (DIC), em esquema fatorial 3x5, com 3 repetições para cada tratamento. Sendo três faixas de tamanho de cladódios (8-12; 12-16 e 16-20 cm) e cinco níveis de biofertilizante (0, 5, 10, 15 e 20%).

2.7. Variáveis analisadas no Laboratório

Diâmetro do cladódio - Os diâmetros longitudinal e transversal dos cladódios jovens foi estimado com paquímetro digital e os resultados expressos em centímetros (cm).

Massa fresca - A massa fresca foi determinada por pesagem dos cladódios jovens em balança semianalítica com precisão de 0,01 g e os resultados expressos em gramas (g).

Sólidos solúveis - Os sólidos solúveis do extrato dos cladódios jovens foram determinados em refratômetro digital (ITREFD65) com compensação automática de temperatura. Os resultados foram expressos em porcentagem.

Potencial Hidrogeniônico (pH) - O pH do extrato dos cladódios jovens foi determinado com potenciômetro digital de bancada (Digimed, modelo DM-22) e para concentração de íons H^+ (μM): uma leitura direta da polpa em potenciômetro digital e calculada de acordo com a equação: $pH = \log [H^+]$

Acidez titulável - Um grama do extrato dos cladódios jovens de palma foi adicionado a 50 mL de água destilada. A solução foi titulada com NaOH 0,1 N até ponto de viragem do indicador fenoftaleína, confirmado pela faixa de pH de 8,2. A acidez total titulável foi expressa como porcentagem de ácido málico.

Razão sólidos solúveis e acidez titulável (SS/AT) - A razão SS/AT foi obtida dividindo-se os valores de sólidos solúveis pelos valores da acidez titulável.

Ácido Ascórbico - Um grama do extrato dos cladódios jovens de palma foi adicionado a 49 mL de ácido oxálico 0,5% e titulado com solução de Tillmans até atingir coloração rosa conforme método (365/IV) descrito pelo Instituto Adolfo Lutz (2008).

Compostos fenólicos - Os compostos fenólicos solúveis foram estimados a partir do método de Folin:Ciocalteu (WATERHOUSE, 2018). Adicione a amostra, a água e o reagente Folin Ciocalteu seguido de agitação e repouso por 5 minutos. Após o tempo de reação, adicione 250 μL de carbonato de sódio, seguido de nova agitação e repouso em banho-maria a 40 °C, por 30 minutos. Deixe esfriar e faça a leitura a 765 nm em espectrofotômetro.

Açúcares solúveis totais (%) - Os açúcares solúveis foram determinados pelo método da Antrona (YEMM; WILLIS, 1954). O extrato foi obtido pela diluição de 1 g da polpa em 10 mL de água destilada. As amostras foram preparadas em banho de gelo, adicionando-se em um tubo 0,5 mL do extrato, 0,5 mL de água destilada e 2,0 mL da solução de antrona 0,2%, seguida de agitação e repouso em banho termostático a 100 °C por 3 minutos. A leitura das amostras foi em espectrofotômetro a 620 nm, utilizando-se como referência a glicose para obtenção da curva padrão.

Clorofila e carotenoides - Os teores de clorofila foram determinados de acordo com o descrito por Lichtenthaler (1987). Foram pesados 2,0 g da amostra do extrato celular dos cladódios e colocado em um almofariz, em seguida adicionou ao almofariz 0,2 g de carbonato de cálcio (CaCO_3) e cerca de 3 mL de acetona a 80% seguida da maceração, logo depois que o extrato verteu foi transferido para um tubo de centrífuga, depois o resíduo do almofariz foram lavados com 2 mL de acetona a 80% e adicionados ao tubos. Centrifugou por 10 min a 10°C e 3000 rpm; foi adicionado uma alíquota do sobrenadante numa cubeta. As leituras das amostras foram em espectrofotômetro nos comprimentos de onda de 470, 646 e 663 nm.

Respiração - A taxa respiratória $\text{mg CO}_2 \text{ kg}^{-1} \text{ h}^{-1}$ foi determinada de acordo com Crispim et al. (1994) e com adaptações conforme descrição de Silva et al. (2017). Os cladódios de palma da “Orelha de Elefante Mexicana” foram acondicionados no interior de potes plásticos com tampa, com capacidade para 750 ml, por 6 horas, permanecendo sob uma bancada em temperatura ambiente controlada ($24 \pm 1^\circ\text{C}$ e $32 \pm 2\%$ UR). Dentro dos recipientes, foram adicionados outro recipiente contendo NaOH 0,5 N, que funcionaram como fixadores de CO_2 produzido no processo de respiração. No experimento foi utilizado 0,5 mL de NaOH 0,5 N, contendo cinco repetições, sendo uma delas a amostra denominada prova em branco (repetição preparada sem o cladódio). Para evitar trocas gasosas com o meio, as tampas dos recipientes foram envolvidas por película de silicone. Após o tempo de 6 horas, a solução de NaOH foi retirada do recipiente, e recebeu três gotas do indicador fenolftaleína e 10 ml de BaCl_2 0,2 N, em um erlenmeyer e foi submetida à titulação com ácido clorídrico a 0,1 N. O cálculo final da taxa respiratória, em cada tempo de análise, foi realizado com base na média das repetições, cujo resultado foi expresso em $\text{mg CO}_2/\text{g}$ de massa fresca.

2.8. Análises estatísticas

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância a 5% de probabilidade pelo teste F. Nos casos em que ocorreu efeito significativo aplicou-se o teste de Tukey a 5% ($P > 0,05$) para o fator tamanho dos cladódios e análise de regressão para as doses de biofertilizante. Os procedimentos estatísticos foram realizados utilizando o programa Sisvar[®] (FERREIRA, 2014).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A interação entre os fatores foi significativa para a espessura e massa fresca de cladódios. Os efeitos isolados foram significativos para níveis de biofertilizantes e tamanhos dos cladódios (Tabela 1). A interação significativa entre os fatores espessura e massa fresca de cladódios indica dependência da aplicação de biofertilizante e tamanhos dos cladódios. Esse comportamento evidencia a eficiência da fertilização orgânica na estrutura física de cladódios de palma. Silva et al. (2015) não constatou diferença estatística na espessura de cladódios de palma gigante e miúda com valores de 1,10 e 1,0 cm.

Tabela 1. Resumo da análise de variância para diâmetro longitudinal (DL), diâmetro transversal (DT), espessura (EP) e massa fresca (MF) de cladódios de palma “Orelha de elefante mexicana” de diferentes tamanhos e submetidas a doses de biofertilizante

| FV | GL | Quadrados médios | | | |
|------------------|----|--------------------|--------------------|---------|-----------|
| | | DL | DT | EP | MF |
| Níveis (N) | 4 | 262,9** | 106,02** | 0,013** | 32118,6** |
| Comprimentos (C) | 2 | 1,24* | 10,76** | 0,12** | 1907,9** |
| N x C | 8 | 0,77 ^{ns} | 2,08 ^{ns} | 0,0059* | 608,3* |
| Resíduo | 28 | 0,38 | 2,17 | 0,0022 | 219,6 |
| Média | | 14,94 | 10,85 | 0,63 | 75,6 |
| CV% | | 4,14 | 13,6 | 7,53 | 19,6 |

^{ns}não significativo; ****significativo a 1 e 5% de probabilidade pelo teste F, respectivamente.

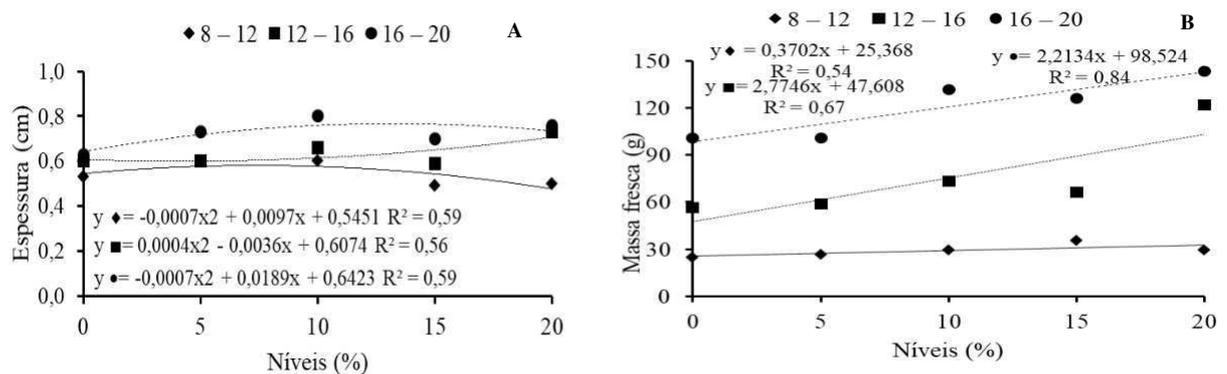


Figura 1. Espessura (A) e massa fresca (B) de cladódios da palma “Orelha de Elefante Mexicana” cultivados com biofertilizante.

A espessura dos cladódios com 16-20 cm foi maior (0,80 cm) no nível de 10% de biofertilizante. Já os cladódios de 8-12 e 12-16 cm apresentaram o máximo de incrementos (0,60 e 0,73 cm) nos níveis de 10 e 20%, respectivamente (Figura 1A). vindo o biofertilizante na forma líquida proporcionar maiores incrementos no desenvolvimento da palma.

A massa fresca dos cladódios foi maior (143,55g) com nível de 20% no comprimento de 16-20 cm (Figura 1B). Os cladódios de 8-12 e 12-16 cm apresentaram o maior acúmulo no nível de 20% com (29,52 e 121,99 g). A maior massa fresca dos cladódios com o nível 20% nos cladódios de diferentes comprimentos se deve a melhor condição nutricional a partir da disponibilidade de nutrientes, favorecendo ao maior acúmulo de biomassa. Um maior fornecimento de matéria orgânica ao solo possibilita um maior balanceamento nutricional e fisiológico, e conseqüentemente, favorece a produção e acúmulo de fotoassimilados (SOUZA et al., 2018).

Os diâmetros longitudinal (19,10 cm) e transversal (13,28 cm) nos cladódios com 16-20 cm foram maiores em comparação aos cladódios 12-16 cm e 8-12 cm, cujos valores foram de (14,80 cm e 11,28 cm) e (10,70 e 8,01 cm), respectivamente. (Figura 2A e 2B). Os maiores diâmetros longitudinal e transversal nos cladódios com comprimento 16-20 cm ocorreram em função destes estarem em um estágio de desenvolvimento superior aos demais. Assim, a tendência de diâmetros maiores em cladódios com estágio de desenvolvimento mais avançado.

Assim como constatado por Pinto et al. (2019), trabalhando com diferentes faixas de comprimento com as espécies gigante e redonda, observaram que com o aumento do tamanho era observado maiores valores para os diâmetros e com rendimentos superior de 74,02 e 96,01% ao comparar os resultados dos cladódios de maior e menor tamanho.

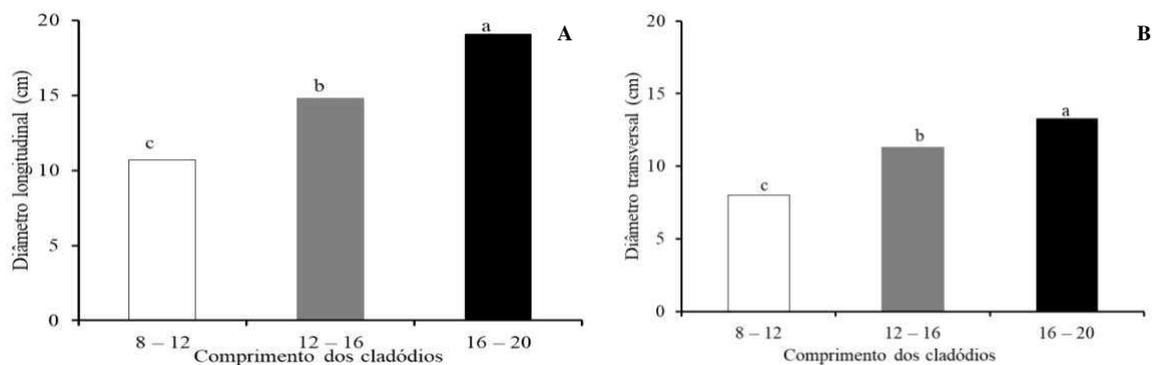


Figura 2. Diâmetro longitudinal (A) e diâmetro transversal (B) de cladódios da palma “Orelha de Elefante Mexicana” cultivados com biofertilizante.

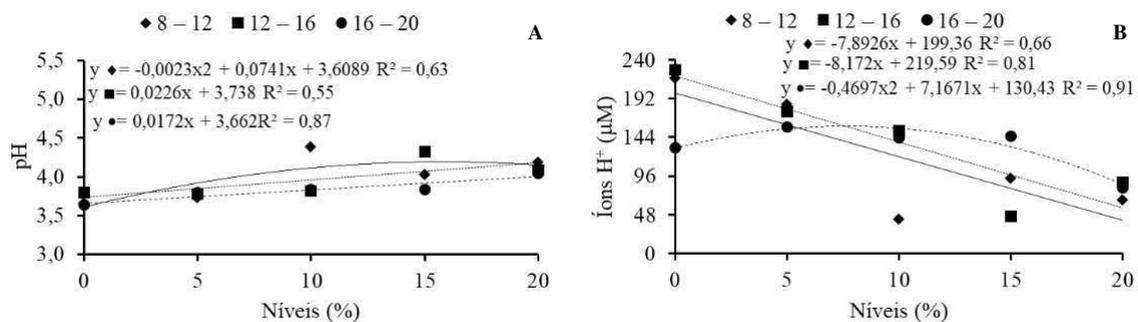
Os diâmetros longitudinal e transversal foram superiores nos cladódios submetidos ao nível de 20% com 15,40 e 12,20 cm, respectivamente (Figura 3A e 3B). O maior fornecimento de matéria orgânica ao solo por meio do biofertilizante promove melhorias aos atributos físicos como os diâmetros dos cladódios, em função de possibilitar melhores

| | | | | | | | |
|-----------------|----|--------------------|-----------------------|----------------------|--------------------|--------------------|---------------------|
| Níveis (N) | 4 | 0,10 ^{**} | 4951,2 ^{**} | 0,0099 ^{ns} | 1,02 ^{**} | 0,98 ^{**} | 28,25 ^{**} |
| Comprimento (C) | 2 | 0,28 ^{**} | 22189,3 ^{**} | 0,054 ^{ns} | 7,65 ^{**} | 6,65 ^{**} | 17,01 ^{**} |
| N x C | 8 | 0,11 ^{**} | 5776,7 ^{**} | 0,058 ^{ns} | 1,18 ^{**} | 1,22 ^{**} | 9,36 ^{**} |
| Resíduo | 28 | 0,0012 | 125,79 | 0,035 | 0,086 | 0,099 | 0,62 |
| Média | | 2,93 | 129,98 | 1,73 | 4,18 | 2,45 | 19,47 |
| CV% | | 0,59 | 8,63 | 10,1 | 7,02 | 12,84 | 4,06 |

^{**} e ^{*} significativo a 1 e 5% de probabilidade pelo teste F, respectivamente.

Os maiores valores de pH dos cladódios de palma foram (4,38; 4,33 e 4,05) para os comprimentos de cladódios 8-12, 12-16 e 16-20 cm, respectivamente, alcançado teoricamente nos níveis estimados de 10, 15 e 20% de biofertilizante. Podemos observar na (Figura 4A) com aumento nos níveis de biofertilizante o valor de pH tende a aumentar independentemente do comprimento dos cladódios, devido o pH do biofertilizante utilizado na pesquisa encontra-se na forma alcalina. Esta variação nos valores do pH dos cladódios estão associados ao metabolismo fotossintético ácido das crassuláceas (CAM) que tendem a apresentar variação na acidez (SAENZ et al., 2006).

Para a concentração de íons de hidrogênio (H⁺), verifica-se que os cladódios de comprimento 12-16 cm foram maior quando comparados com os demais, apresentando no nível 0% seu maior valor com média de 227,43 µM. Seguindo do comprimento 8-12 cm com média de 217,19 µM no nível 0% de biofertilizante. Já o comprimento de 16-20 cm apresentou seu maior valor no nível 5% com média de 157,33 µM, respectivamente. Observa-se que houve um decréscimo com o incremento nos níveis do biofertilizante, indicando que a aplicação de biofertilizante reduz a concentração de íons H⁺ (Figura 4B). SAENZ et al., 2006 afirmam que está variação na concentração de íons H⁺ ocorre em função do desenvolvimento dos cladódios. Galvão et al. (2018) observaram variação entre (129,7 e 344,4 µM) na espécie orelha de elefante mexicana.



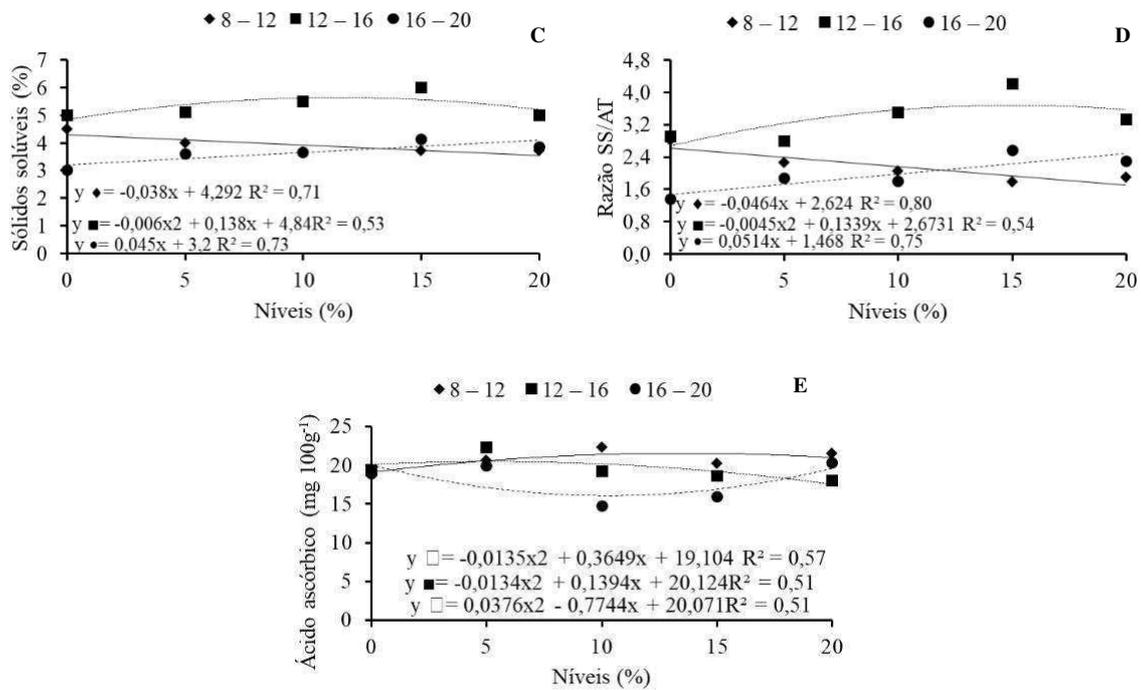


Figura 4. pH (A), íons H^+ (B), sólidos solúveis (C), razão SS/AT (D) e ácido ascórbico (E) de cladódios da palma “Orelha de Elefante Mexicana” de diferentes comprimentos e submetidas a níveis de biofertilizante.

O teor de sólidos solúveis foi maior nos cladódios de 12-16 cm com (6,69%) no nível de 15% em comparação aos cladódios de 8-12 e 16-20 cm, cujos valores foram de 5,5, e 4,13 % referente aos níveis de 10 e 15%, respectivamente. Constata-se na (Figura 4C) que o aumento no comprimento dos cladódios proporciona maiores teores de sólidos solúveis. O maior teor de sólidos solúveis nos cladódios de 12-16 cm pode estar associado as condições do ambiente, exercendo ação direta sobre o metabolismo da planta durante a colheita, como constatado por Pereira et al. (2018). A razão SS/AT dos cladódios de 12-16 cm no nível de 15% de biofertilizante com valor de (4,42), sobressaiu aos cladódios de 8-12 e 16-20 cm com valores de (2,90 e 2,57), nos níveis 0 e 15% de biofertilizante, respectivamente. (Figura 4D). A maior relação SS/AT nos cladódios de 12-16 cm no nível 15% de biofertilizante é um indicativo de que esses cladódios apresentam características mais agradáveis ao paladar, uma vez que quanto maior a razão SS/AT maior é concentração de sólidos solúveis e sabor mais agradável, como constatado por Galvão et al. (2018).

O conteúdo de ácido ascórbico foi maior nos cladódios de comprimento 8-12 e 12-16 cm com (22,36 mg 100g⁻¹) nos níveis de 10 e 5% em comparação aos cladódios de 16-20 cm com valor de (20,30 mg 100g⁻¹) no nível de 20% de biofertilizante, respectivamente. (Figura 4E).

Esse efeito está relacionado com o fornecimento de biofertilizante, promovendo maiores conteúdos de ácido ascórbico nos cladódios de comprimento menores. Assim como constatado por Albuquerque et al. (2015) em beterraba obtiveram aumentos nos teores de ácido ascórbico com a aplicação de biofertilizante.

Esses valores são superiores aos de Silva et al. (2018) apresentam valores que foram reduzidos a medida em que elevou-se as doses de adubação orgânica, apresentando valores máximos de $7,54 \text{ mg } 100\text{g}^{-1}$. Lima et al. (2017) trabalhando com diferentes espécies de palma apresentaram os valores de 5,7, 4,3, 2,7 e $1,6 \text{ mg } 100\text{g}^{-1}$ para ácido ascórbico nas cultivares orelha de elefante, orelha de onça, gigante e miúda, respectivamente.

A interação entre os fatores para os teores de clorofilas, carotenoides, compostos fenólicos e açúcares totais, apresentou significância (Tabela 3), indicando dependência dos fatores.

Tabela 3. Resumo da análise de variância das variáveis de clorofila a (Clo a), clorofila b (Clo b), clorofila total (clo total), carotenoides (Car), compostos fenólicos (CF) e açúcares totais (AT) de cladódios de palma cv. Orelha de elefante de diferentes comprimentos e submetidas a níveis de biofertilizante

| Fontes de variação | GL | Quadrados médios | | | | | |
|--------------------|----|------------------|---------|------------|----------|--------|----------|
| | | Clo a | Clo b | Clo total | Car | CF | ATT |
| Níveis (N) | 4 | 0,014** | 0,021** | 18863,1** | 2797,2** | 1,85** | 0,016** |
| Comprimento (C) | 2 | 0,10** | 0,058** | 286522,4** | 2357,1** | 2,65** | 0,013** |
| N x C | 8 | 0,012** | 0,027** | 67914,7** | 258,27** | 0,60** | 0,026** |
| Resíduo | 28 | 0,00015 | 0,00020 | 367,45 | 6,11 | 0,0071 | 0,000010 |
| Média | | 0,53 | 0,52 | 1057,5 | 60,1 | 8,10 | 0,21 |
| CV% | | 2,33 | 2,76 | 1,81 | 4,12 | 1,04 | 1,48 |

** significativo a 1% de probabilidade pelo teste F.

Para a clorofila a e clorofila total, os maiores valores foram de (0,69; 0,64 e $0,75 \text{ mg } 100\text{g}^{-1}$) e (1238,2; 1249,9 e $1446,0 \text{ mg } 100\text{g}^{-1}$) para os de cladódios de comprimentos 8-12, 12-16 e 16-20 cm, ambos para o nível 0% de biofertilizante, respectivamente (Figura A e C). Podemos observar para ambas as clorofilas com o aumento nos níveis de biofertilizante ocorre variações nos teores de clorofilas. Essas variações podem ter sido ocasionado pela clorofila b, devido a clorofila a ter uma principal função no processo de fotossíntese das plantas.

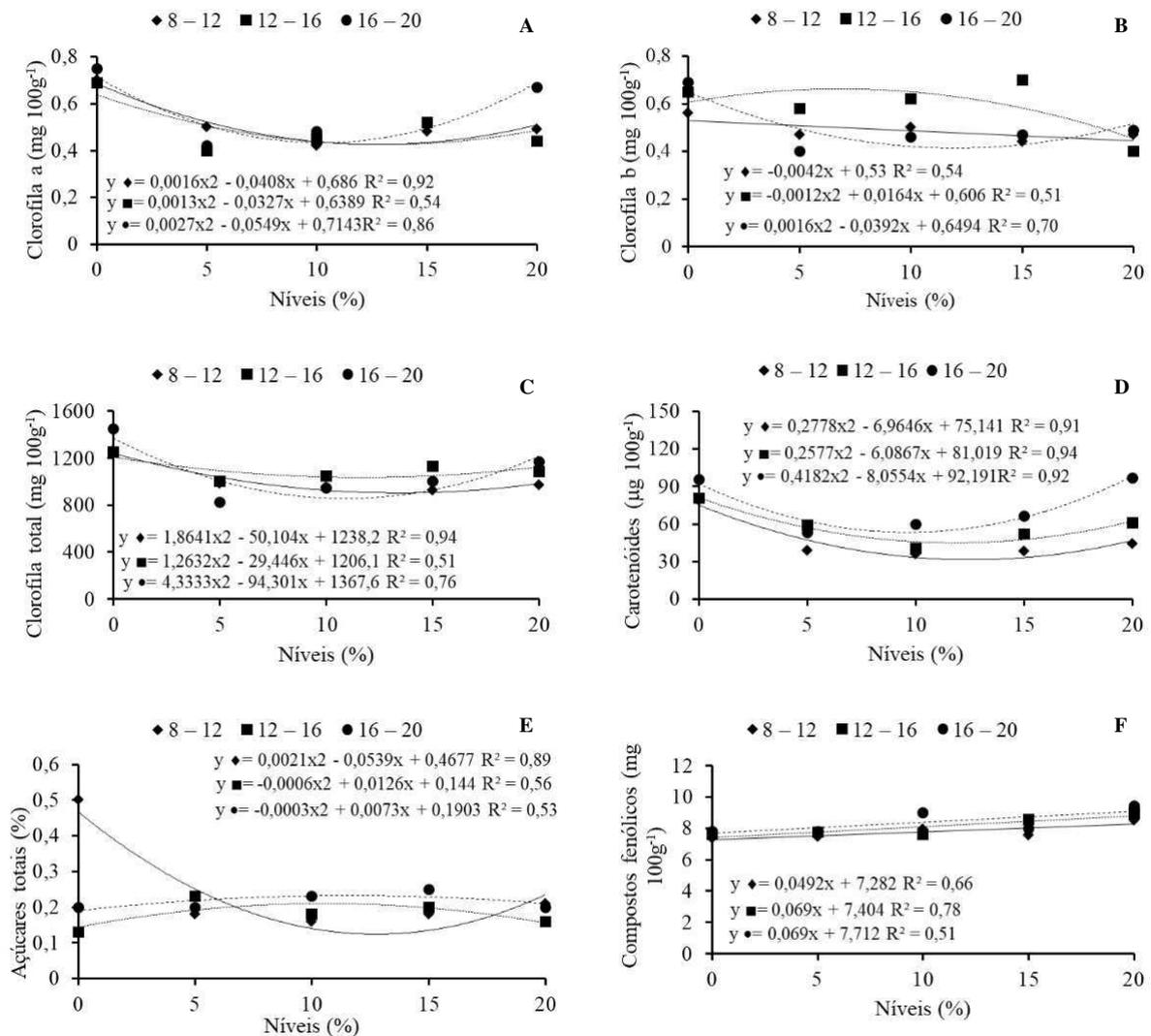


Figura 5. Clorofila a (A), clorofila b (B), clorofila total (C), carotenóides (D), açúcares totais (E) e compostos fenólicos (F) de cladódios da palma “Orelha de elefante mexicana” de diferentes comprimentos e submetidas a níveis de biofertilizante.

Os maiores teores de clorofila b foram de (0,53; 0,70 e 0,69 mg 100g⁻¹), nos cladódios de 8-12; 12-16 e 12-16 cm nos níveis de 0; 15 e 0% (Figura 5B). O maior valor para o comprimento de 12-16 cm no nível de 15% de biofertilizante. Essa variação no conteúdo de clorofila b pode afetar a clorofila a e consequentemente a clorofila total devido a clorofila a captar energia luminosa e transformar em energia química nos fotossistemas I e II que serão utilizadas pelas plantas. Estas variações da clorofila b podem estar associadas a diversos fatores, como a espécie e cultivar, além de condições do ambiente como a luminosidade e temperatura que podem promover sua degradação, assim como constatado por Silva et al. (2018) na palma “Orelha de Elefante Mexicana”.

Os maiores teores de carotenoides foram de (78,81; 80,81 e 96,74 $\mu\text{g } 100\text{g}^{-1}$) nos cladódios de comprimentos (8-12; 12-16 e 16-20 cm) nos níveis (0; 0 e 20 %) de biofertilizante, respectivamente (Figura 5D). Consta-se que o maior teor de carotenoides foi nos cladódios de comprimento de 16-20 cm no nível de 20% de biofertilizante. Os cladódios mais desenvolvidos apresentam maiores teores de carotenoides devido os mesmo já se encontrarem com coloração mais escuras em relação aos cladódios mais jovens, sendo encontrados em vegetais de cores mais intensas e com desenvolvimento mais avançados.

A avaliação destes pigmentos é importante em função de exercerem ação antioxidante e anticancerígena (PEREIRA et al., 2018).

Os maiores conteúdos de açúcares totais foram de (0,50; 0,23 e 0,25%), alcançado teoricamente nos níveis de biofertilizante (0, 5, e 15%), nos cladódios de comprimentos (8-12; 12-16 e 16-20 cm), respectivamente. Assim, os cladódios com comprimento de 8-12 cm apresentaram maiores teores de açúcares, exceto os cladódios de 12-16 e 16-20 cm. Passando a variar com o aumento dos níveis de biofertilizante.

Os conteúdos de compostos fenólicos apresentaram um incremento no nível 20% de biofertilizante para ambas as faixas de comprimento dos cladódios com valores de (8,53; 8,94 e 9,44 $\text{mg } 100\text{g}^{-1}$) nos cladódios de 8-12, 12-16 e 16-20 cm para cada aumento unitário dos níveis de biofertilizante, respectivamente (Figura 5F).

O aumento nos níveis de biofertilizante promove maiores resultados para os cladódios independente do comprimento. Esse efeito está associado ao fato da maior disponibilidade de nutrientes pelo fornecimento de biofertilizante favorecer uma maior absorção pelas plantas fazendo com que ocorra um maior desenvolvimento. Isto em função destes compostos terem em sua constituição nitrogênio, acumulando-se especialmente para atuarem na defesa da planta (ALVES et al., 2017). Assim, o fornecimento de matéria orgânica ao solo via biofertilizante promove melhorias às características do solo proporcionando melhorias ao desenvolvimento da planta (NÓBREGA et al., 2018).

De acordo com (Figura 6A e 6B) constata-se que o tempo de 6 h utilizado para respiração nos cladódios jovens de palma produzidos sem biofertilizante e com biofertilizante apresentaram uma grande semelhança na taxa respiratória, onde a faixa de tamanho de 4-8 cm, para ambos, os tratamentos vinheram apresentar os maiores resultados com valores de 344,10 $\text{mgCO}_2 \text{ kg}^{-1} \text{ h}^{-1}$ para a os cladódios produzidos sem biofertilizante e de 278,85 $\text{mgCO}_2 \text{ kg}^{-1} \text{ h}^{-1}$ para os cladódios produzidos com biofertilizante, passando a decrescer com o aumento do comprimento dos cladódios.

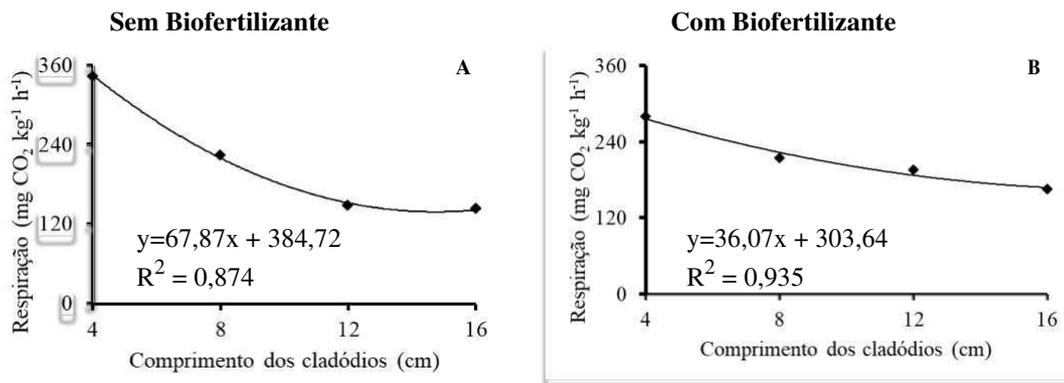


Figura 6. Respiração em cladódios de palma “Orelha de elefante mexicana” de diferentes comprimentos e submetidas a níveis de biofertilizante.

A taxa de respiração dos cladódios na faixa de tamanho de 4-8 cm produzidos sem biofertilizante foram superior as demais faixa de tamanho com média de ($344,10 \text{ mgCO}_2 \text{ kg}^{-1} \text{ h}^{-1}$) vindo a ser superior aos cladódios produzidos com biofertilizante com valor de ($278,85 \text{ mgCO}_2 \text{ kg}^{-1} \text{ h}^{-1}$) para a mesma faixa de tamanho. Observar-se nas figuras que independente da forma de produção, a respiração tende a diminuir com o avanço do estágio de maturação dos cladódios, por ocorrer um maior gasto energético, como também cladódios mais jovens a taxa respiratória aumenta quando são retirados da planta. Os cladódios produzidos com biofertilizante apresentaram menores taxa de respiração.

De acordo com Kluge et al. (2002), a respiração consiste na decomposição oxidativa de substâncias complexas presentes nas células (como amido, açúcares e ácidos orgânicos) em moléculas simples (CO_2 e H_2O) com produção de energia. A taxa respiratória está, em geral, diretamente ligada à taxa de deterioração de um produto colhido e a temperatura a que ele é exposto influencia diretamente na respiração; sendo que o aumento da temperatura eleva a sua taxa respiratória diminuindo assim a sua vida pós-colheita. Segundo Kays (1991) menciona que a perda de reservas de energia, que eventualmente resulta na morte dos tecidos e em acelerada senescência, é extremamente crítica em produtos como folhas, flores e outras estruturas que não funcionam como sítio de armazenamento de carbono, razão pela qual exibem um lento e progressivo declínio em suas taxas de respiração até que seja invadida por microrganismos. Com relação aos cladódios jovens produzidos com biofertilizante possuem menores taxas respiratórias, essa característica pode ser explicado a partir de quando o biofertilizante é aplicado via foliar promove estímulo na absorção de nutrientes, especialmente nitrogênio que tem papel na assimilação de numerosos aminoácidos que são posteriormente incorporada em proteínas e ácido nucleico, que fornece trabalho de moldura para cloroplastos, mitocôndrias e outras estruturas onde ocorre a maioria das reações bioquímicas (AWASTHI et al., 1998).

4. CONCLUSÕES

Os cladódios de comprimento 16-20 cm apresentaram maiores atributos físico e físico-químicos na palma “Orelha de Elefante Mexicana, sendo indicado para o plantio.

Os cladódios apresentaram características similares a de algumas hortaliças convencionais, apresentando teores de compostos antioxidantes que viabilizam para o consumo humano, especialmente os da faixa de comprimento 16-20 cm.

O nível de 20% do biofertilizante promoveu aumento nos teores de sólidos solúveis, compostos fenólicos e açúcares totais. Porém, não influenciou o conteúdo de pigmentos.

Os cladódios de 4-8 cm produzidos com e sem biofertilizante apresentaram maiores taxa de respiração.

5. REFERÊNCIAS

- ALBUQUERQUE, J. R. T.; FORMIGA, A. S.; ROCHA, T. C.; COSTA, F. B.; GONDIM, A. R. O. Qualidade pós-colheita de beterraba submetida à adubação com biofertilizante fermentado. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 10, n. 3, p. 41-46, 2015.
- ALVES, F. A. L.; PEREIRA, A. A.; BRUNO, R. L. A.; SILVA, M. G. V.; SOUZA, M. F. V.; SANTOS, D. C. Seasonal variability of phenolic compounds and antioxidant activity in prickly pear cladodes of *Opuntia* and *Nopalea* genres. **Food Science and Technology**, v. 36, n. 4, p. 536-543, 2017.
- AWASTHI, R. P.; GODARA, R. K.; KAITH, N. S. Interaction effect of VA-mycorrhizae and Azotobacter inoculation on micronutrient uptake by peach seedlings. **J. Hort.** 11: 1-5. 1998.
- CÂNDIDO FILHO, A.; PEREIRA, F. C.; LIMA, A. K. V. O. Base alimentar humana com o uso da palma forrageira. **VI Simpósio de Reforma Agrária e Questões Rurais**. Recife: Instituto Agrônômico de Pernambuco, 2014.
- CANTWELL, M. Manejo pós-colheita de frutas e verdura de palma forrageira. In: BARBERA, G.; INGLESE, P.; BARRIOS, E. P. (Ed.). *Agroecologia, cultivo e usos da palma forrageira*. Paraíba: **SEBRAE/PB**, 2001. p.123-139.
- CAVALCANTE, M. C. A.; BATISTA, A. M. V.; GUIM, A.; LIRA, M. A.; RIBEIRO, V. L.; RIBEIRO NETO, A. C. Consumo e comportamento ingestivo de caprinos e ovinos alimentados com palma gigante (*Opuntia ficus-indica* Mill) e palma orelha de elefante (*Opuntia* sp.). **Acta Scientiarum Animal Sciences**, v.30, n. 2, p. 173-179, 2008.
- CRISPIM, J. E.; MARTINS, J. C.; PIRES, J. C.; ROSELEM, C. A.; CAVARIANI, C. Determinação da taxa de respiração em sementes de soja pelo método da titulação. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 29, n. 10, p.1517-1521, 1994.

DAROLT, M. R. Guia do produtor orgânico: como produzir em harmonia com a natureza. Londrina: **IAPAR**. 41 p. 2002.

DIAS, P. F.; SOUTO, S. M.; LEAL, M. A. A.; SCHIMIDT, L. T. Uso de biofertilizante líquido na produção de alfafa. Documentos. Jaguariuna: **EMBRAPA**. Outubro. 2002.

DIAZ, M.; ROSA, A.; TOUSSAINT, C.; GUERAUD, F.; SALVAYRE, A. Opuntia spp: characterization and benefits in chronic diseases. **Oxidative Medicine and Cellular Longevity**, v. 2017, p. 1-17.

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

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. Viçosa: 3ed. Ed. UFV, 2007. 421 p.

GALVÃO, T. H. B.; COSTA, F. B.; NASCIMENTO, A. M.; SILVA, A. G. F.; SILVA, K. G.; SANTOS, K. P.; LEITE, J. L.; SILVA, M. S.; SALES, G. N. B.; GADELHA, T. M. Physico-chemical quality changes of young cladodes of "mexican elephant ear" minimally processed during refrigerated storage. **Journal of Experimental Agriculture International**, v. 27, n. 1, p. 1-9, 2018.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Métodos físico-químicos para análises de alimentos. São Paulo: **Instituto Adolfo Lutz**, ed. 4, p. 1020, 2008.

KAYS, S. J. **Postharvest physiology of perishable plant products**. New York: Van Nostrand Reinhold, 1991. Cap. 6, p. 335-407: Stress in harvested products.

KLUGE, R. A.; NACHTIGAL, J. C.; FACHINELLO, J. C.; BILHALVA, A. B. **Fisiologia e manejo de frutas de clima temperado**. 2. ed. Campinas: Livraria e Editora Rural, 2002. 214 p.

LICHTENTHALER, H. K. Chlorophylls and carotenoids: pigments of photosynthetic biomembranes. In: PACKER, L.; SOUCE, R. **Methods in Enzymology**. London: Academic tress. p. 350-382. 1987.

LIMA, D. P.; PEREIRA, E. M.; SILVA, N. J. P.; MAGALHÃES, W. B.; HENRIQUE, R. S. Qualidade pós-colheita em brotos de palma de diferentes cultivares. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 12, n. 2, p. 280-283, 2017.

MEGIDO, J. T.; XAVIER, C. Marketing & Agribusiness (4ª Ed.). São Paulo: **Atlas**, 2003.
NEVES, A. L. A.; PEREIRA, L. G. R.; SANTOS, R. D.; VOLTOLINI, T. V.; ARAÚJO, G. G. L.; MORAES, S. A.; ARAGÃO, A. S. L.; COSTA, C. T. F. **Plantio e uso da palma forrageira na alimentação de bovinos no semiárido brasileiro**. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 2010. 7 p. Comunicado Técnico, 62.

NEVES, A. L. A.; PEREIRA, L. G. R.; SANTOS, R. D.; VOLTOLINI, T. V.; ARAÚJO, G. G. L. de; MORAES, S. A. de; ARAGÃO, A. S. L.; COSTA, C. T. F. Plantio e uso da palma forrageira na alimentação de bovinos no semiárido brasileiro. Juiz de Fora: **Embrapa Gado de Leite**, 2010. 7 p. (Embrapa Gado de Leite. Comunicado Técnico, 62). Disponível em: <

<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/42960/1/Salete-Meta-2011.pdf>>. Acesso em: 20 de janeiro. 2019.

NÓBREGA, J. S.; SILVA, I. C. M.; SILVA, I. A.; NOBRE, R. G.; FIGUEIREDO, F. R. A.; SOUZA, F. M.; FÁTIMA, R. T.; FERREIRA, J. T. A.; NASCIMENTO, R. G. S. *Malpighia emarginata* D.C. Growth in several substrates and salt waters. **Journal of Agricultural Science**, v. 10, n. 8, p. 352- 361, 2018.

OHSE, S.; DOURADO-NETO, D.; MANFRON, P. A.; SANTOS, O. S. D. Qualidade de cultivares de alface produzidos em hidroponia. **Scientia Agricola**, v. 58, n 1. p 181-185, 2001.

PEREIRA, E. M.; COSTA, F. B.; FORMIGA, A. S.; SALES, G. N. B.; ALBURQUEQUE, J. R. T.; ROCHA, T. C.; FARIAS, V. F. S.; SOUZA, P. A. Physiology and postharvest quality of palm sprouts (*Opuntia ficus-indica*) harvested at different times. **Journal of Experimental Agriculture International**, v. 26, n. 3, p. 1-8, 2018.

PINTO, S. M.; FARIAS, V. F. S.; COSTA, F. B. Avaliação dos aspectos físico e químicos de brotos de palma (*Opuntia* sp.) para o consumo humano. **Journal of Biology & Pharmacy and Agricultural Management**, v. 15, n. 1, p. 1-8, 2019.

SÁENZ, C.; BERGER, H.; GARCÍA, J. C.; GALLETI, L.; CORTÁZAR, V. G.; HIGUERA, I.; MONDRAGÓN, C.; RODRÍGUEZ-FÉLIX, A.; SEPÚLVEDA, E.; VARNERO, M. T. **Características y composición química de los nopales**. Utilización agroindustrial del nopal. Roma: FAO, 2006. p. 7-22.

SILVA, A. P. G.; SOUZA, C. C. E.; RIBEIRO, J. E. S.; SANTOS, M. C. G.; PONTES, A. L. S.; MADRUGA, M. S. Características físicas, químicas e bromatológicas de palma gigante (*Opuntia ficus-indica*) e miúda (*Nopalea cochenillifera*) oriundas do estado da Paraíba. **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**, v. 9, n. 2, p. 1810-1820, 2015.

SILVA, J. L.; COSTA, F. B.; NASCIMENTO, A. M.; SOUSA, F. F.; SANTOS, K. P. Taxa respiratória de frutos de juazeiro (*Ziziphus joazeiro* Mart.) armazenado sob temperatura ambiente. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Pombal, v. 12, n. 2, p. 343-347, 2017.

SILVA, M. S.; COSTA, F. B.; FORMIGA, A. S.; NÓBREGA, J. S.; BRASIL, Y. I.; LIRA, R. P.; SILVA, J. L.; SALES, G. N. B.; PEREIRA, U. S.; NASCIMENTO, A. M. Qualitative assessment of early palm cladodes of *Opuntia tuna* L. (Mill) grown with organic manures. **Journal of Experimental Agriculture International**, v. 26, n. 6, p. 1-14, 2018.

SOUZA, F. M.; PEREIRA, W. E.; DANTAS, J. S.; NÓBREGA, J. S.; LIMA, E. C. S.; SÁ, F. V. Initial growth of *Moringa oleifera* Lam. as a function of poultry litter doses and granulometry. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 48, n. 4, p. 399-404, 2018.

SOUZA, F. M.; LIMA, E. C. S.; SÁ, F. V. S.; SOUTO, L. S.; ARAÚJO, J. E. S.; PAIVA, E. P. Doses de esterco de galinha e água disponível sob o desenvolvimento inicial de milho. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 11, n. 5, p. 64-69, 2016.

VASCONCELOS, A. G. V.; LIRA, M. A.; CAVALCANTI, V. A. L. B.; SANTOS, M. V. F. Seleção de clones de palma forrageira resistentes à cochonilha do carmim (*Dactylopius ceylonicus*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, n. 5, p. 827-831, 2009.

WATERHOUSE, A. **Folin-Ciocalteu micro method for total phenol in wine**. Disponível em: <<http://waterhouse.ucdavis.edu/phenol/folinmicro.htm>>. Acesso em: 29 de setembro 2018.

YEMM, E. W.; WILLIS, A. J. The estimation of carbohydrates in plant extracts by anthrone. **Biochemical Journal**, v. 57, p.508-515, 1954.

CAPÍTULO 2

ASPECTOS FÍSICO E FÍSICO-QUÍMICOS DE CLADÓDIOS JOVENS DA PALMA “MIÚDA”, CULTIVADOS SOB NÍVEIS DE BIOFERTILIZANTE

RESUMO

A palma é um recurso alimentar estratégico para as regiões semiáridas do Nordeste brasileiro, já que é uma cultura que apresenta aspecto fisiológico especial, suportando prolongados períodos de estiagem. Devido a grande relevância socioeconômica que a palma apresenta para as regiões áridas e semiáridas, surge à importância da utilização de fertilizantes orgânicos. Objetivou-se avaliar a qualidade física e físico-química de diferentes comprimentos de cladódios da palma "Miúda" cultivada sobre níveis de biofertilizante. O esquema fatorial utilizado para palma "Miúda" foi o 3x5, sendo três tamanhos dos cladódios (8-12, 12-16 e 16-20 cm) e cinco níveis de biofertilizante (0, 5, 10, 15 e 20%) com três repetições, em delineamento inteiramente casualizado (DIC). O diâmetro do cladódio, massa fresca, sólidos solúveis, pH, acidez titulável, razão sólidos solúveis e acidez titulável (SS/AT), ácido ascórbico, compostos fenólicos, açúcares solúveis totais, clorofila a e b, clorofila total, carotenoides e respiração dos cladódios foram avaliados aos 40 dias após as brotações. Os cladódios de 16-20 cm produzidos com biofertilizante apresentaram incrementos nos resultados com relação às características físicas e menores taxas respiratórias. Os cladódios de 8-12 cm apresentaram maiores resultados para características físico-químicas e compostos bioativos, sendo semelhantes a umas hortaliças, vindo apresentar maiores teores para sólidos solúveis, acidez titulável, razão SS/AT e ácido ascórbico, potenciando a palma como alternativa e de ótima contribuição para a dieta humana. O nível de 20% de biofertilizante promoveu aumento nos teores de compostos bioativos dos cladódios.

PALAVRAS-CHAVE: *Nopalea cochenillifera*; pós-colheita; produção orgânica; semiárido.

ABSTRACT

Palm is a strategic food resource for the semi-arid regions of the Brazilian Northeast, since it is a crop that presents a special physiological aspect, supporting long periods of drought. Due to the great socioeconomic relevance that palm presents to the arid and semi-arid regions, the importance of the use of organic fertilizers arises. The objective of this study was to evaluate the physical and physicochemical quality of different cladodes lengths of "Miúda" palm grown on biofertilizer levels. The factorial scheme used for "Small" palm was 3x5, with three sizes of cladodes (8-12, 12-16 and 16-20 cm) and five levels of biofertilizer (0, 5, 10, 15 and 20%) with three replications, in a completely randomized design (DIC). The cladode diameter, fresh mass, soluble solids, pH, titratable acidity, solid acids and titratable acids (SS / AT), ascorbic acid, phenolic compounds, total soluble sugars, chlorophyll a and b, total chlorophyll, carotenoids and cladodes respiration were 40 days after sprouting. The cladodes of 16-20 cm produced with biofertilizer presented increases in the results with respect to the physical characteristics and lower respiratory rates. The cladodes of 8-12 cm presented higher results for physico-chemical characteristics and bioactive compounds, being similar to a vegetable, presenting greater contents for soluble solids, titratable acidity, SS / AT ratio and ascorbic acid, potentiating the palm as an alternative and of excellent contribution to the human diet. The level of 20% of biofertilizer promoted an increase in the contents of bioactive compounds of cladodes.

Keywords: *Nopalea cochenillifera*; post-harvest; organic production; semiarid.

1. INTRODUÇÃO

A palma (Miúda ou doce) de nome científico *Nopalea cochenillifera* (L.) Salm-Dyck apresenta raquetes em torno de 25 cm de comprimento com formato abovado (base mais fina que a ponta) e coloração verde intenso brilhante, o caule apresenta grande ramificação e de pequeno porte, as flores são vermelhas e durante o ciclo a corola permanece semiaberta, o fruto tem formato de baga e com cor roxa (SILVA; SANTOS et al., 2006).

Essas plantas apresentam raízes bem desenvolvidas “volumosas”, com distribuição variando com o tipo de solo e manejo adotado, mas com predominância de raízes superficiais na horizontal que sobrevive a grandes períodos de seca por apresentarem características xeromórficas (adaptadas a climas semiárido e árido). Em geral, atingem a máxima profundidade de 30 cm e dispersão de 4 a 8 cm em diferentes tipos de solo (SUDZUKI-HILLS, 2001).

Assim a palma é um recurso alimentar estratégico para as regiões semiáridas do Nordeste brasileiro, já que é uma cultura que apresenta aspecto fisiológico especial, suportando prolongados períodos de estiagem (NEVES et al., 2010). É nítida a importância da palma na convivência com o Semiárido, vários fatores são determinantes para o incentivo ao seu cultivo, entre eles, a preocupação ambiental com a conservação da biodiversidade forrageira do Bioma, ofertando alternativas de alimento para os animais; a lucratividade da pecuária para garantir a segurança alimentar das populações que vivem em áreas marcadas pela instabilidade climática; e os indicadores de alterações climáticas previstas para os próximos anos (ROCHA, 2012).

A palma se consolidou no Semiárido como forrageira, estratégia fundamental nos diversos sistemas de produção pecuária, no entanto é uma planta de um enorme potencial produtivo e de múltiplas utilidades, podendo ser utilizada na alimentação humana, na produção de medicamentos, cosméticos e corantes, na conservação e recuperação de solos, cercas vivas, paisagismo, além de uma infinidade de usos. É a planta mais explorada nas zonas Áridas e Semiáridas do mundo, contudo sua real dimensão produtiva, ainda não foi plenamente conhecida no nordeste (XAVIER JÚNIOR, 2018). Os cladódios de palma apresentam-se como uma grande alternativa para alimentação humana apresentando valores considerado expressivo em sua constituição para atributos de qualidade físico-química que são importante na dieta humana, como os estimados por Pereira (2011) que obteve teores médios para ss/at para palma produzida em diferentes espaçamentos que variaram de 5,8 a 9,6%, já Pereira et al. (2017) veio encontrar teores de ácido ascórbico com média de 21 a 3,4

mg/100g em cladódios de palma, enquanto Lins et al. (2011) encontrou valores próximos que variaram entre 4,5 de acidez para brotos de palma.

A FAO (2001) reconhece o potencial da palma e sua importância para o desenvolvimento das regiões áridas e semiáridas, especialmente nos países em desenvolvimento, através da exploração econômica das várias espécies, com consequências sustentáveis para o meio ambiente e para segurança alimentar.

Devido a grande relevância socioeconômica que a palma apresenta para as regiões áridas e semiáridas, surge à importância da utilização de fertilizantes orgânicos. De acordo com Xavier Júnior (2018) um dos maiores desafios para a agricultura nesta década será o de desenvolver sistemas agrícolas sustentáveis que possam produzir alimentos e fibras em quantidades e qualidades suficientes, sem afetar os recursos do solo e do ambiente.

Em busca de um desenvolvimento agrícola sustentável, cada vez mais o agricultor familiar distancia-se dos insumos sintéticos e passa a fazer uso de insumos orgânicos, que tem demandado da pesquisa informações e indicadores de fertilidade, controle de pragas e doenças cada vez mais preciso. Existem materiais com potencial para uso como os biofertilizantes, que figuram entre os principais insumos utilizados em sistemas agroecológicos, porém, a falta de testes e informações na busca de uma padronização limita a sua exploração (DAROLT, 2006).

Neste sentido, o presente estudo busca apresentar evidências do potencial do uso do biofertilizante na agricultura, utilizando, especificamente, o caso da palma forrageira, em função de se tratar de um vegetal com expressiva ocorrência em localidades do semiárido e que oferece grande potencial para geração de diversos produtos e subprodutos para indústria como também para alimentação humana.

Objetivou-se avaliar a qualidade física e físico-química de diferentes comprimentos de cladódios da palma "Miúda" cultivada sobre níveis de biofertilizante.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Origem dos cladódios

Os cladódios maduro da palma “Miúda” foram oriundas de uma área experimental do Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar (CCTA) da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), Pombal, Paraíba, Brasil, localizada a 6°48’16” de latitude Sul e 37°49’15” de longitude Oeste, a uma altitude de 175 m.

2.2 Caracterização da área experimental

Os cladódios maduro de palma “Miúda” foram plantadas na Fazenda experimental professor Rolando Enrique Rivas Castellón do CCTA, pertencente a UFCG, em São Domingos, Paraíba, Brasil, localizada a 6°48’45” de latitude Sul e 37°55’43” de longitude Oeste, a uma altitude de 190 m cerca de 38km de Pombal, Paraíba. O clima predominante da região é do tipo BSh (Köppen), semiárido quente, com precipitação anual média de 750 mm e chuvas concentradas nos meses de dezembro a abril (SOUZA et al., 2016). A temperatura e umidade relativa média são de 36 °C e 20%, respectivamente



Figura 1: área de plantio da palma “Miúda” **Fonte:** SILVA, 2018.

2.3. Instalação do experimento

Quatrocentos cladódios maduros (secundários, terciário e quaternários) de palma “Miúda”, com 19 meses de idade, foram colhidos e deixados secar a sombra por seis dias para cicatrização e aplicação de calda bordalesa para prevenção de doenças fúngicas e controle de pragas. Os cladódios foram plantados em 342 m² na posição vertical no sentido Leste-Oeste, em delineamento de blocos casualizados, distribuídos em quatro blocos com 19 x 9 m, contendo 5 parcelas experimentais. As parcelas foram formadas por quatro linhas de plantio, com cinco plantas espaçadas por 0,5 m, totalizando vinte parcelas experimentais com 4 repetições. O espaçamento entre linhas, parcelas e blocos foram de 1,6; 1,6 e 2,0 m, respectivamente. Os cladódios foram enterrados cerca de dois terços no solo. A irrigação foi realizada duas vezes por semana por 30 minutos no final do dia por gotejamento com vasão de 2.2 litros por hora com fitas gotejadoras espaçadas 0,5 m. foi instalado no dia 07 de junho de 2018.

2.4. Condução do experimento

Três desbastes foram realizados no palmal após 107 dias do plantio (22/09/2018, 03/11/2018 e 15/12/2018), deixando apenas a raquete principal para avaliar o crescimento dos cladódios. Por ocasião do segundo desbaste, sem a aplicação de nenhum tratamento, o material colhido foi analisado quanto às características físicas e físico-químicas. Após o segundo desbaste o biofertilizante nos níveis de 0, 5, 10, 15 e 20%, foi aplicado. O material colhido no segundo desbaste, após a aplicação dos tratamentos, foi analisado quanto aos aspectos físicos e físico-químicos. O controle da vegetação espontânea ocorreu por meio de capinas. As plantas avaliadas foram às seis centrais da fileira do meio de cada uma das parcelas livrando a bordadura.

2.5. Preparo e aplicação do biofertilizante

Cinco níveis de concentrações de biofertilizante (0, 5, 10, 15 e 20%) foram aplicados no colo das plantas. As aplicações foram a cada 20 dias com volume de 312,5 ml da solução por planta diluída em água, conforme a tabela a seguir.

Tabela 1: preparo das formulações de biofertilizante.

| Formulação | F1 | F2 | F3 | F4 | F5 |
|-------------------------|---------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|--------------------------|
| Biofertilizant e + Água | 50,0 L Água + 0 Bio | 47,5 L Água + 2,5 L Bio | 45,0 L Água + 5,0 L Bio | 42,5 L Água + 7,5 L Bio | 40,0 L Água + 10,0 L Bio |

L= litros; Bio= biofertilizante.

Dez quilogramas de esterco bovino fresco foram adicionados a 40 L de água em vasilhame plástico (100 L) deixando fermentar por 30 dias, revolvendo uma vez por semana. A primeira e a segunda aplicação do biofertilizante ocorreu em 03/11/2018 e 23/11/2018, com 149 e 169 dias do plantio respectivamente. A caracterização física e química do biofertilizante e do solo utilizado no ensaio encontra-se na Tabela 2 e 3.

Tabela 2. Características física e química do biofertilizante utilizado na área experimental para a produção de palma (*Nopalea cochenillifera* (L.) Salm Dyck.

| Amostra | Características químicas e físicas | | | | | | | | |
|-----------------|------------------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|--------------------|------|------|
| | N | P | K ⁺ | Ca ²⁺ | Mg ²⁺ | Na | M.O | C.E. | pH |
| Unidades | % | mg dm ⁻³ | g dm ⁻³ | dS/m | ---- |
| Biofertilizante | 0,19 | 546,6 | 8844,1 | 3,27 | 1,15 | 5,54 | 79,47 | 7,93 | 9,7 |

M.O. – Matéria orgânica; o pH foi medido em extrato aquoso.

Tabela 3. Características física e química do solo utilizado na área experimental para a produção de palma (*Nopalea cochenillifera* (L.) Salm Dyck.

| Solo F. A. A | | Características químicas e físicas | | | | | | | | |
|--------------|------|------------------------------------|------------------------|---------------------|---------------------|--------------------|-------|-------|-----|--|
| Prof. | N | P | K ⁺ | Ca ²⁺ | Mg ²⁺ | Na | M.O | C.E. | pH | |
| M | % | mg dm ⁻³ | cmolc dm ⁻³ | mg dm ⁻³ | mg dm ⁻³ | g dm ⁻³ | dS/m | ---- | | |
| 0,00-0,20 | 0,11 | 0,12 | 43,0 | 5,0 | 2,9 | 5,54 | 350,8 | 0,633 | 7,6 | |

Profundidade (Prof); Extrator de P e K, Mehlich⁻¹; Matéria Orgânica (M.O); Condutância Estomática (C.E); o pH foi medido em extrato aquoso (1:2,5) ; Solo Franco Argilo Arenoso (S. F.A.A).

2.6. Delineamento experimental

O delineamento utilizado no laboratório foi o Delineamento Inteiramente Causalizado (DIC), em esquema fatorial 3x5, com 3 repetições para cada tratamento. Sendo três faixas de comprimento de cladódios (8-12; 12-16 e 16-20 cm) e cinco níveis de biofertilizante (0, 5, 10, 15 e 20%).

2.7. Variáveis analisadas no Laboratório

Diâmetro do cladódio - Os diâmetros longitudinal e transversal dos cladódios jovens foi estimado com paquímetro digital e os resultados expressos em centímetros (cm).

Massa fresca - A massa fresca foi determinada por pesagem dos cladódios jovens em balança semianalítica com precisão de 0,01 g e os resultados expressos em gramas (g).

Sólidos solúveis - Os sólidos solúveis do extrato dos cladódios jovens foram determinados em refratômetro digital (ITREFD65) com compensação automática de temperatura. Os resultados foram expressos em porcentagem.

Potencial Hidrogeniônico (pH) - O pH do extrato dos cladódios jovens foi determinado com potenciômetro digital de bancada (Digimed, modelo DM-22) e para concentração de íons H^+ (μM): uma leitura direta da polpa em potenciômetro digital e calculada de acordo com a equação: $pH = \log [H^+]$

Acidez titulável - Um grama do extrato dos cladódios jovens de palma foi adicionado a 50 mL de água destilada. A solução foi titulada com NaOH 0,1 N até ponto de viragem do indicador fenoftaleína, confirmado pela faixa de pH de 8,2. A acidez total titulável foi expressa como porcentagem de ácido málico.

Razão sólidos solúveis e acidez titulável (SS/AT) - A razão SS/AT foi obtida dividindo-se os valores de sólidos solúveis pelos valores da acidez titulável.

Ácido Ascórbico - Um grama do extrato dos cladódios jovens de palma foi adicionado a 49 mL de ácido oxálico 0,5% e titulado com solução de Tillmans até atingir coloração rosa conforme método (365/IV) descrito pelo Instituto Adolfo Lutz (2008).

Compostos fenólicos - Os compostos fenólicos solúveis foram estimados a partir do método de Folin:Ciocalteu (WATERHOUSE, 2018). Adicione a amostra, a água e o reagente Folin Ciocalteu seguido de agitação e repouso por 5 minutos. Após o tempo de reação, adicione 250 μL de carbonato de sódio, seguido de nova agitação e repouso em banho-maria a 40 °C, por 30 minutos. Deixe esfriar e faça a leitura a 765 nm em espectrofotômetro.

Açúcares solúveis totais (%) - Os açúcares solúveis foram determinados pelo método da Antrona (YEMM; WILLIS, 1954). O extrato foi obtido pela diluição de 1 g da polpa em 10 mL de água destilada. As amostras foram preparadas em banho de gelo, adicionando-se em

um tubo 0,5 mL do extrato, 0,5 mL de água destilada e 2,0 mL da solução de antrona 0,2%, seguida de agitação e repouso em banho termostático a 100 °C por 3 minutos. A leitura das amostras foi em espectrofotômetro a 620 nm, utilizando-se como referência a glicose para obtenção da curva padrão.

Clorofila e carotenoides - Foram determinados de acordo com Lichtenthaler (1987). Cerca de 0,2 g de amostra fresca foi macerada em almofariz com 0,2 g de carbonato de cálcio (CaCO₃) e 5 mL de acetona (80%) gelada em ambiente escuro. Em seguida, as amostras foram centrifugadas a 10 °C e 3.000 rpm por 10 minutos e os sobrenadantes foram lidos em espectrofotômetro nos comprimentos de onda de 470, 646 e 663 nm.

Respiração - A taxa respiratória mg CO₂ kg⁻¹ h⁻¹ foi determinada de acordo com Crispim et al. (1994) e com adaptações conforme descrição de Silva et al. (2017). Os cladódios de palma da “Orelha de Elefante Mexicana” foram acondicionados no interior de potes plásticos com tampa, com capacidade para 750 ml, por 6 horas, permanecendo sob uma bancada em temperatura ambiente controlada (24±1 °C e 32±2% UR). Dentro dos recipientes, foram adicionados outro recipiente contendo NaOH 0,5 N, que funcionaram como fixadores de CO₂ produzido no processo de respiração. No experimento foi utilizado 0,5 mL de NaOH 0,5 N, contendo cinco repetições, sendo uma delas a amostra denominada prova em branco (repetição preparada sem o cladódio). Para evitar trocas gasosas com o meio, as tampas dos recipientes foram envolvidas por película de silicone. Após o tempo de 6 horas, a solução de NaOH foi retirada do recipiente, e recebeu três gotas do indicador fenolftaleína e 10 ml de BaCl₂ 0,2 N, em um erlenmeyer e foi submetida à titulação com ácido clorídrico a 0,1 N. O cálculo final da taxa respiratória, em cada tempo de análise, foi realizado com base na média das repetições, cujo resultado foi expresso em mg CO₂/g de massa fresca.

2.8. Análises Estatísticas

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância a 5% de probabilidade pelo teste F. Nos casos em que ocorreu efeito significativo aplicou-se o teste de Tukey a 5% (P > 0,05) para o fator tamanho dos cladódios e análise de regressão para as doses de biofertilizante. Os procedimentos estatísticos foram realizados utilizando o programa Sisvar[®] (FERREIRA, 2014).

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

De acordo com o resumo da análise de variância, observa-se a ocorrência de efeito significativo apenas para o fator comprimento de cladódios (Tabela 1).

Tabela 1. Resumo da análise de variância para diâmetro longitudinal (DL), diâmetro transversal (DT), espessura (EP) e massa fresca (MF) de cladódios de palma cv. Miúda de diferentes comprimentos e submetidas a níveis de biofertilizante

| Fontes de variação | GL | Quadrados médios | | | |
|--------------------|----|---------------------|---------------------|----------------------|----------------------|
| | | DL | DT | EP | MF |
| Níveis (N) | 4 | 201,2 ^{ns} | 19,64 ^{ns} | 0,0061 ^{ns} | 5207,9 ^{**} |
| Comprimento (C) | 2 | 1,99 ^{**} | 0,24 ^{**} | 0,062 ^{**} | 68,44 ^{ns} |
| N x C | 8 | 1,31 ^{ns} | 0,75 ^{ns} | 0,0081 ^{ns} | 113,26 ^{ns} |
| Resíduo | 28 | 0,97 | 0,35 | 0,0045 | 56,03 |
| Média | | 14,61 | 5,97 | 0,058 | 36,62 |
| CV% | | 6,77 | 10,0 | 10,7 | 20,4 |

^{ns} não significativo; ^{**} significativo a 1% de probabilidade pelo teste F.

Com relação aos diâmetros avaliados dos cladódios produzidos com biofertilizante (Figura 1A e 1B), percebe-se que para os efeitos isolados dos tamanhos dos cladódios os diâmetros longitudinal e transversal apresentaram superioridade na faixa de comprimento de 16-20 cm, com médias de (18,31 e 7,05) cm, ao mesmo tempo em que os cladódios na faixa de 12-16 e 8-12 cm apresentaram valores de (14,54 e 6,08) cm e (10,98 e 10,77) cm, respectivamente.

Esses maiores resultados obtidos para o diâmetro longitudinal e transversal para a faixa de tamanho dos cladódios 16-20 cm evidenciam que quanto maior for à faixa de tamanho maior vai ser o seu potencial físico, devido os cladódios está em pleno estágio de maturação quando comparado aos menores tamanhos. Kumar (2018) ao avaliar 10 genótipos de cacto pear com tamanhos já desenvolvidos, constatou-se que os diâmetros longitudinais e transversais variam de acordo com o desenvolvimento dos cladódios, obtendo valores que variam de 16,5 a 8,0 cm para diâmetro longitudinal e transversal.

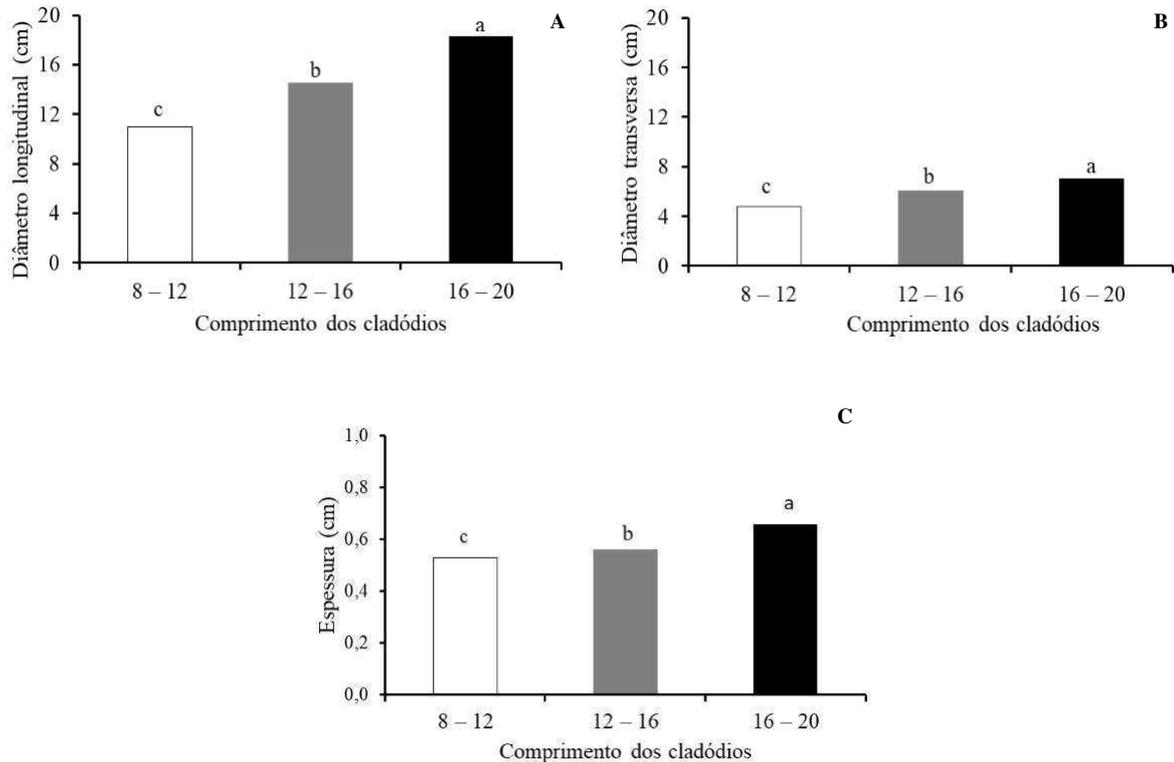


Figura 1. Diâmetro longitudinal (A), diâmetro transversal (B), espessura (C) e massa fresca (D) de cladódios de palma “Miúda” de diferentes comprimentos.

Podemos observar na (Figura 1C) para espessura de cladódios comportamento semelhante aos dos diâmetros com a faixa de 16-20 cm vindo apresentar média de (0,63) cm, seguida da faixa 12-16 e 8-12 cm com médias de (0,57 e 0,51) cm, respectivamente.

Com relação à espessura os cladódios provenientes da faixa de comprimento de 16-20 cm com média de 0,63 cm apresentaram-se superior em relação às demais faixas de comprimento estudadas nesse trabalho. De acordo com Donato (2011), o aumento na espessura dos cladódios jovens está relacionado à idade dos mesmos, cladódios primários são mais espessos, devido a sua função de sustentação e transporte de nutrientes e substâncias orgânicas, seguido dos cladódios secundários, terciários e demais presentes. Assim, o fornecimento de matéria orgânica possibilita melhores condições para o desenvolvimento das plantas, isto em função das melhorias nas características do substrato, favorecendo ao incremento nos parâmetros físicos dos cladódios de palma.

A interação significativa para os fatores das variáveis de pH, íons H^+ , sólido solúveis, acidez titulável, e ácido ascórbico, o biofertilizante promoveu efeito significativo nas qualidades físico-químicas do cladódios de palma. (Tabela 2).

Tabela 2. Resumo da análise de variância para o pH, íons H⁺, sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT), razão sólidos solúveis e ácido titulável (SS/AT) e ácido ascórbico (AA) de cladódios de palma “Miúda” de diferentes comprimentos e submetidas a níveis de biofertilizante.

| Fontes de variação | GL | Quadrados médios | | | | | |
|-----------------------|----|--------------------|----------------------|--------------------|--------------------|--------------------|---------------------|
| | | pH | H ⁺ | SS | AT | SS/AT | AA |
| Níveis (N) | 4 | 0,18 ^{**} | 2140,8 ^{**} | 1,90 ^{**} | 0,49 ^{**} | 3,93 ^{**} | 14,13 ^{**} |
| Comprimento (C) | 2 | 0,09 ^{**} | 1066,1 ^{**} | 3,94 ^{**} | 0,31 ^{**} | 3,28 ^{**} | 27,42 ^{**} |
| N x C | 8 | 0,03 ^{**} | 528,26 ^{**} | 0,59 ^{**} | 0,30 ^{**} | 1,45 ^{**} | 22,20 ^{**} |
| Resíduo | 28 | 0,0014 | 22,10 | 0,011 | 0,030 | 0,13 | 0,46 |
| Média | | 4,28 | 54,59 | 3,89 | 1,59 | 2,30 | 15,58 |
| CV% | | 0,90 | 8,61 | 6,82 | 10,9 | 15,9 | 4,40 |

^{** e *} significativo a 1 e 5% de probabilidade pelo teste F, respectivamente.

É possível verificar na (Figura 2A), que o pH dos cladódios na faixa de comprimento de 16-20 cm com média de (4,58) produzidos no nível de concentração 20% de biofertilizante é superior, seguida da faixa de comprimento 12-16 cm com média de (4,52) no nível 20% e faixa de comprimento 8-12 cm com média de (4,46) no nível 5% de biofertilizante, respectivamente. Esses valores encontrados no trabalho estão na faixa de pH encontrado por outros autores como Silva et. (2015) que trabalhando com a palma Miúda encontrou valor de 4,7 respectivamente. Enquanto Lima et al. (2017) trabalhando com diferentes cultivares constataram para palma Miúda uma média de 4,5 para os valores de pH.

Para a concentração de Ions (H⁺), podemos observar na (Figura 2B), que os cladódios oriundos da faixa de 8-12 cm atingiram o maior pico no nível 15% de biofertilizante com média de (75,68) µM, próximo da faixa de 12-16 cm que obteve seu maior valor no nível 10% com média (74,34) µM e seguido da faixa de 16-20 cm que veio apresentar sua maior media no nível 0% com média de (68,7) µM, respectivamente. Esses valores encontrados para concentração de Ions (H⁺) são valores que corroboram com os estimados por Farias (2013) que em seus estudos com a cv. Redonda veio estimar médias de 19,61 a 95,86 µM de acordo com o estágio de desenvolvimento do cladódio.

Podemos observar na (Figura 2C), que houve diferença significativa para os resultados de sólidos solúveis entre as faixas de cladódios como também para os níveis de concentração utilizados de biofertilizantes promovendo uma interação entre os fatores estudados, onde o comprimento 8-12 cm obteve seu maior crescimento no nível 20% com média de (5,06%), já para o comprimento de 12-16 cm seu maior valor encontrado foi no nível 15% com média de (4,5%) e a faixa de 16-20 cm veio apresentar seu maior valor

também no nível de 15% com média de (3,73%) para o teor de sólidos solúveis, respectivamente.

Constata-se ainda que com o aumento do estágio do desenvolvimento dos cladódios, o teor de sólidos solúveis decresce consideravelmente. De acordo com Chitarra; Chitarra (2005), o teor de sólidos solúveis é utilizado como uma medida indireta do conteúdo de açúcares, pois seu valor aumenta à medida que estes vão se acumulando no fruto. No entanto, a sua determinação não representa o teor exato de açúcares, pois outras substâncias também se encontram dissolvidas no conteúdo celular (vitaminas, fenólicos, pectinas, ácidos orgânicos), apesar de os açúcares serem os mais representativos e poderem constituir até 85-90% deste.

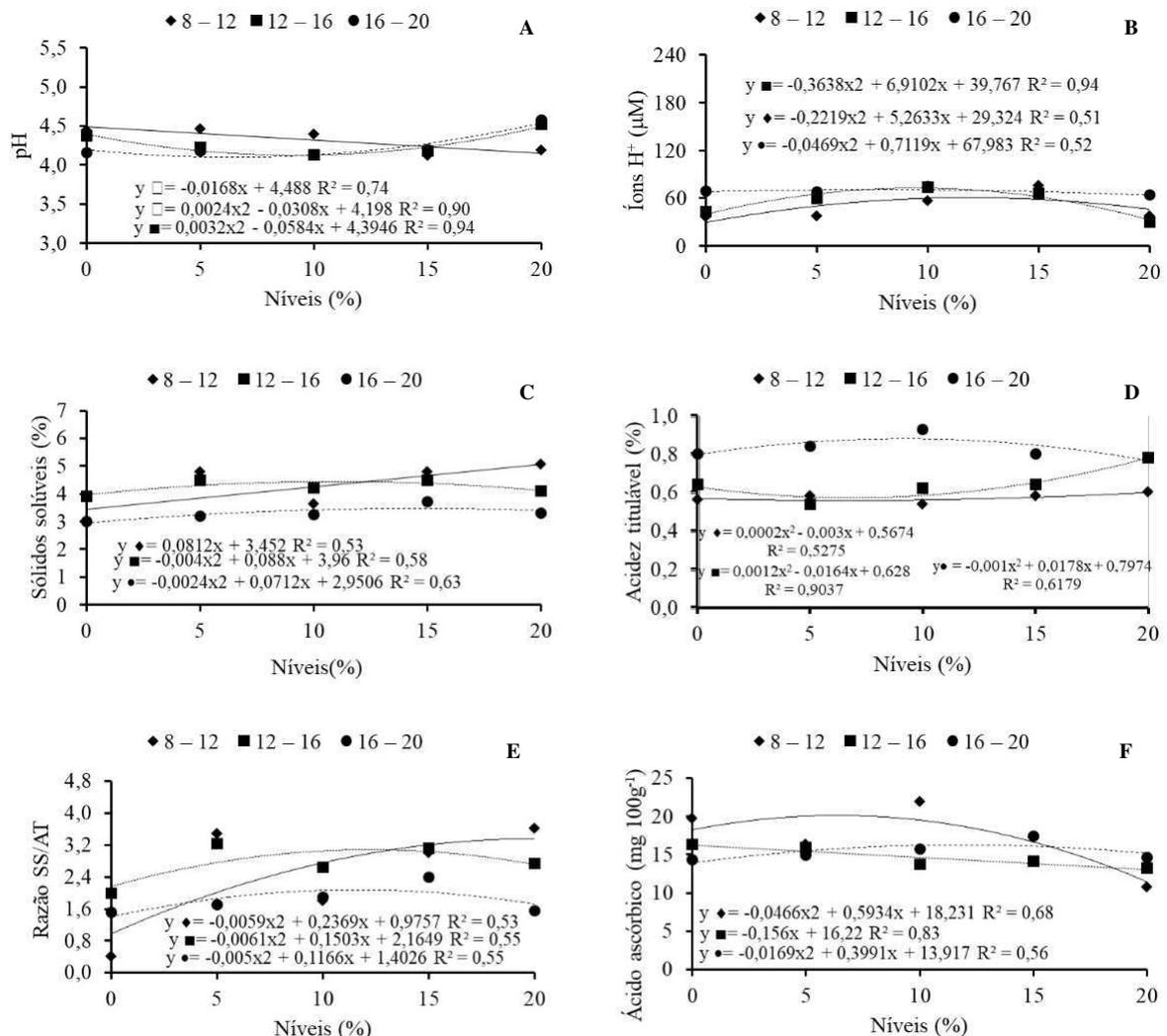


Figura 2. pH (A), íons H⁺ (B), sólidos solúveis (C), acidez titulável (D) razão ss/at (E) e ácido ascórbico (F) de cladódios de palma “Miúda” de diferentes comprimentos e submetidas a níveis de biofertilizante.

É possível verificar na (Figura 3D), que houve diferença significativa para acidez titulável dos cladódios jovens produzidos com níveis de biofertilizante, vindo apresentar

valores de acidez para as três faixas de tamanho com médias de (0,60, 0,78 e 0,93%) respectivamente.

Foi possível constatar que os cladódios da faixa de comprimento 16-20 cm apresentaram maiores valores para acidez titulável quando foram submetidos ao nível (10%) de biofertilizante. Seguido da faixa de comprimento 12-16 cm com média de (0,78%) no nível 20% e da faixa de 8-12 cm com valor de (0,60%) para acidez titulável no nível 20%. A adubação com biofertilizante veio promover o aumento da acidez com o aumento dos níveis, independente da faixa de tamanho dos cladódios.

Verifica-se que o mesmo ocorrido neste trabalho veio ocorrer no trabalho realizado por Silva et al. (2018), que ao trabalhar com cladódios de palma, utilizando adubação orgânica veio constatar que com o aumento dos níveis de adubação orgânica fez com que ocorresse o aumento nos valores da acidez titulável dos cladódios de palma. De acordo com Lins (2011), os atributos químicos da palma, como a acidez titulável, podem variar em função de alguns fatores, como a época do ano, idade da planta, cultivar, manejo da adubação, entre outros.

Já para a relação sólidos solúveis/acidez titulável, podemos observar na (Figura 3E), que a faixa de comprimento de 8-12 cm apresentar valor de (3,62) para SS/AT proveniente do nível 20%. Seguida da faixa 12-16 cm com média de (3,1) para SS/AT e da faixa de 16-20 cm que veio apresentar valor para SS/AT com média de (2,3) no nível 20%, respectivamente. O mesmo ocorrido foi presenciado nos trabalhos de Farias (2013), observou-se para a razão SS/AT que tende a diminuir com o avanço do desenvolvimento, com valores variando de 10,58 a 3,47 na cv. „Gigante“ e de 7,61 a 3,08 na cv. „Redonda“.

De acordo com Farias (2013), os cladódios mais agradáveis ao paladar foram encontrados no primeiro estágio de desenvolvimento, onde dispuseram maiores teores de açúcares e menores teores de ácidos. O maior conteúdo de ácido ascórbico, foram encontrados na faixa de comprimento de 8-12 cm com média de (21,9) mg 100g⁻¹ no nível 10% de biofertilizante, as demais faixas apresentaram conteúdo de ácido ascórbico com valores de (16,3) mg 100g⁻¹ para a faixa de 12-16 cm corresponde ao nível 0% e (17,4) mg 100g⁻¹ para a faixa de 16-20 cm no nível 15% (Figura 2F).

Observa-se que a interação entre os fatores promoveu efeito significativo para os teores de ácido ascórbico nos cladódios jovens produzidos sob níveis de concentração de biofertilizante, sendo mais elevados na faixa de comprimento de 8-12 cm com valor de 21,9 quando submetidos ao nível 10%. Essa média obtida é superior às médias

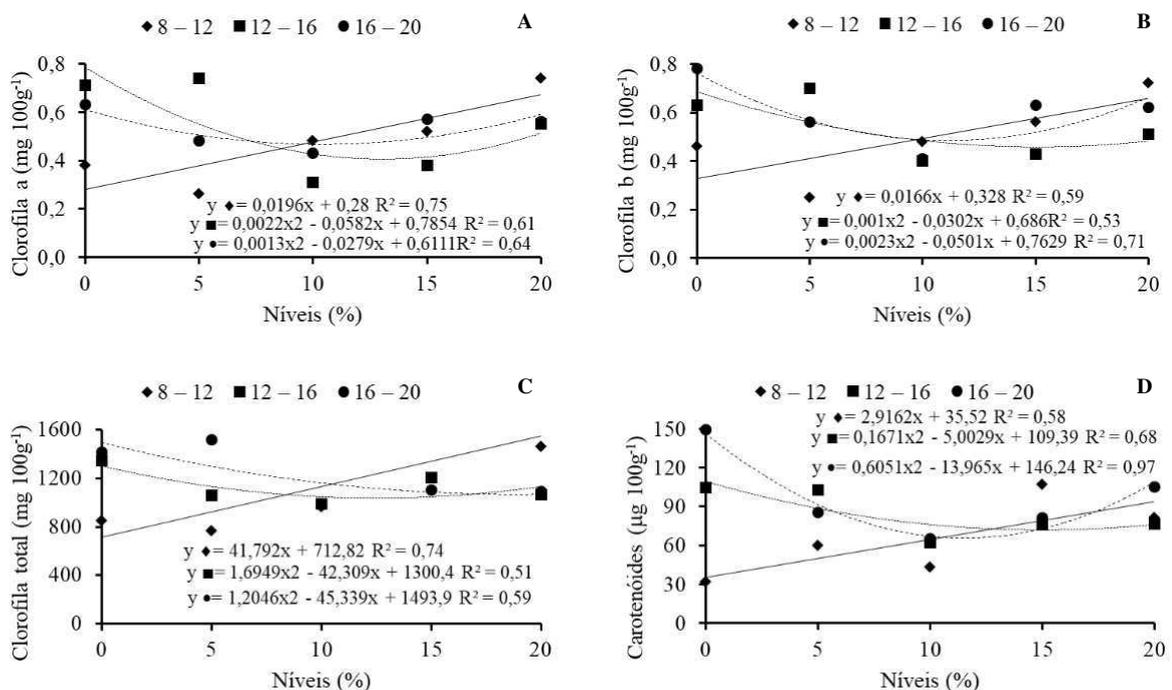
adquiridas nas demais faixas comprimentos e respectivos níveis. Também se verifica que com o aumento da faixa de crescimento dos cladódios e aumento nos níveis de biofertilizante, os teores de ácido ascórbico tende a diminuir. De acordo com Chitarra; Chitarra (2005), de uma maneira geral, os teores de ácido ascórbico tende a diminuir com o desenvolvimento dos produtos hortícolas.

A interação entre os fatores foi significativa para a clorofila a, clorofila b, clorofila total, carotenoides e compostos fenólicos, enquanto que, os açúcares totais obtiveram interação não significativa de cladódios. (Tabela 3).

Tabela 3. Resumo da análise de variância das variáveis de clorofila a (Clo a), clorofila b (Clo b), clorofila total (clo total), carotenoides (Car), compostos fenólicos (CF) e açúcares totais (ATT) de cladódios de palma “Miúda” de diferentes comprimentos e submetidas a níveis de biofertilizante.

| Fontes de variação | GL | Quadrados médios | | | | | |
|--------------------|----|------------------|---------|------------|----------|---------|------------------------|
| | | Clo a | Clo b | Clo total | Car | CF | ATT |
| Níveis (N) | 4 | 0,018** | 0,044** | 43268,2** | 4063,9** | 0,078** | 0,000007 ^{ns} |
| Comprimento (C) | 2 | 0,061** | 0,065** | 221361,4** | 1969,1** | 2,62** | 0,000014 ^{ns} |
| N x C | 8 | 0,082** | 0,081** | 247440,7** | 2470,1** | 0,85** | 0,000018 ^{ns} |
| Resíduo | 28 | 0,00019 | 0,00047 | 807,13 | 8,849 | 10,02 | 0,000030 |
| Média | | 0,51 | 0,54 | 1166,6 | 82,15 | 0,90 | 0,40 |
| CV% | | 2,67 | 3,98 | 2,44 | 3,62 | 1,04 | 1,09 |

significativo; ** significativo a 1% de probabilidade pelo teste F.



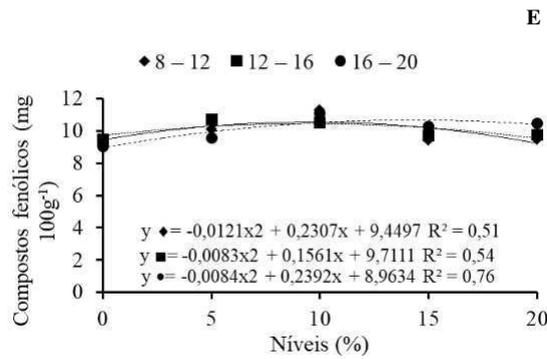


Figura 5. Clorofila a (A), clorofila b (B), clorofila total (C), carotenoides (D), compostos fenólicos (E) de cladódios de palma “Miúda” de diferentes tamanhos e submetidas a doses de biofertilizante.

Com relação aos teores de clorofila a, os cladódios nas faixas de comprimento de 8-12 e 12-16 cm nos níveis 20 e 5 % de biofertilizante, obtiveram maiores quantidades de clorofila a, com $(0,74)$ $\text{mg } 100\text{g}^{-1}$, respectivamente. Já a faixa de tamanho de 16-20 cm apresentou seu maior teor de clorofila a na dose 0% de biofertilizante com média de $(0,63)$ $\text{mg } 100\text{g}^{-1}$ (Figura 5A).

Os teores de clorofila a tiveram variações nas diferentes faixas de comprimentos dos cladódios e níveis de biofertilizante. Vindo a faixa de tamanho de 8-12 cm apresentar um crescimento linear com o aumento nos níveis de biofertilizante, apresentando seu maior incremento no nível 20%, seguida da faixa de crescimento de 12-16 cm, que veio apresentar o mesmo valor para clorofila a, porém no nível 5%, passando a decrescer com o aumento do nível de concentração. Resultados semelhantes a esse trabalho foi encontrado por Meraz-Maldonado et al. (2012) que veio observar maiores teores de clorofila a e clorofila b em nopal com 5 a 21 cm de comprimento, e sugeriu que a concentração de ambos os pigmentos aumentam com o tamanho cladódios.

Os cladódios na faixa de comprimento de 8-12 e 16-20 cm nos níveis 20% e 0% obtiveram maiores quantidades de clorofila b, com $(0,72)$ e $(0,78)$ $\text{mg } 100\text{g}^{-1}$, respectivamente. Os cladódios de 12-16 cm apresentaram maior quantidade de clorofila b no nível 5%, com média de $(0,70)$ $\text{mg } 100\text{g}^{-1}$ (Figura 5B). Os teores de clorofila b tiveram oscilações nas diferentes faixas de comprimento dos cladódios e níveis de biofertilizante. Vindo a faixa de comprimento 16-20 cm expor o maior valor para clorofila b no nível 0%. Maki-Díaz et al. (2015) encontraram teores de clorofila b superiores da referente pesquisa, em média 2.71 para consumo nacional e $3,08$ $\text{mg } 100\text{g}^{-1}$ para exportação. Essas variações para clorofila b tornam-se prejudicial, devido à mesma prejudicar a absorção da luz solar e consequentemente conversão em energia luminosa que é a forma absorvida pelas plantas, fazendo com que

ocorra a redução nos teores de clorofila a, e conseqüentemente, a clorofila total, assim vindo, afetar o desenvolvimento das plantas. Segundo Biswal et al. (2012), a clorofila b é sintetizada a partir da clorofila a e sua principal função é capturar a energia da luz e transferi-la para a clorofila a. O acúmulo excessivo de clorofila b torna as plantas vulneráveis ao fotodeno, devido à exposição a altas ou baixas intensidades luminosas.

Os cladódios com comprimento de 8-12 cm e 16-20 cm nos níveis 15% e 5% obtiveram maiores quantidades de clorofila total, com (1618,8) e (1518,7) mg 100g⁻¹, respectivamente (Figura 5C).

Os teores de clorofila total apresentaram oscilações nas diferentes faixas de comprimentos dos cladódios e níveis de biofertilizante. Farias (2013) encontrou teores de clorofila total aumentando até o terceiro estágio de desenvolvimento que era de 12-16 cm, variando de 1.030 µg 100g⁻¹ „Redonda“ e 2.440 µg 100g⁻¹ „Gigante“, sendo diferente do comportamento da referente pesquisa que variou em relação aos teores de clorofila total.

Tais variações nos teores de clorofila total podem ser atribuídas a fatores ambientais como luz e temperatura, que influenciam sobre a degradação da mesma. Segundo Engel; Poggiani (1991), a clorofila é constantemente sintetizada e destruída (foto-oxidação) na presença da luz e que sob condições elevadas de luminosidade a velocidade de decomposição supera a de produção, afetando o equilíbrio que é estabelecido a uma concentração mais baixa.

Segundo Aguilar-Becerril e Peña-Valdivia et al. (2006), esses estudos confirmam que as diferenças na concentração de clorofila em nopales entre classes são um efeito dos fatores ambientais durante o desenvolvimento e a idade. O aparecimento de frutas e produtos vegetais, que inclui cor, é uma das características importantes para sua aceitação pelos consumidores.

Os teores de carotenoides dos cladódios foram maiores na faixa de comprimento 16-20 cm apresentando (149,51) µg 100g⁻¹, oriundo do nível controle (0%). Seguidas das faixas de comprimento 8-12 cm apresentando (107,25) µg 100g⁻¹ produzido no nível 15% e da faixa de 12-16 cm com valor de (102,93) µg 100g⁻¹ no nível 5% de biofertilizante (Figura 5D), respectivamente. Os teores de carotenoides do referente trabalho obtiveram variações ao decorrer do comprimento dos cladódios aplicados os diferentes níveis de biofertilizante. Sáenz (2006) cita teores de 30 µg 100g⁻¹ de carotenoides em cladódios jovens e frescos, sendo próximo do comprimento de 8-12 cm e inferior aos comprimentos 12-16 e 16-20 cm da referente pesquisa. Tais variações nos teores de carotenoides podem ser atribuídas a fatores

ambientais, a cultivar, as condições de cultivo, a uma alteração dos carotenoides presentes no produto e até mesmo ao método de quantificação (FARIAS, 2013).

Os compostos fenólicos dos cladódios apresentaram maiores valores nas faixas de comprimento de 8-12 cm com média de $(11,30) \text{ mg } 100\text{g}^{-1}$ e na faixa de 16-20 cm apresentando $(11,08) \text{ mg } 100\text{g}^{-1}$, ambos, produzidos no nível de concentração 10% de biofertilizante. Seguida da faixa de comprimento de 12-16 cm que veio apresentar o menor valor para compostos fenólicos com média de $(10,71) \text{ mg } 100\text{g}^{-1}$ no nível 5% de biofertilizante (Figura 5E).

Observar-se que houve um aumento nos teores de compostos fenólicos a partir do aumento dos níveis de biofertilizante. Em cladódios de palma „Gigante“ e „Redonda“ foi observado um comportamento semelhante, com a redução desses compostos durante o desenvolvimento dos cladódios (FARIAS, 2013). Tal comportamento de redução dos fenólicos com o decorrer do estágio de maturação pode está associado ao mecanismo de defesa da planta, em virtude da concentração ou tipos de fenólicos presentes no tecido vegetal, vale lembrar que os compostos fenólicos são substâncias que são influenciadas por fatores genéticos e edafoclimáticos (FARIAS, 2013).

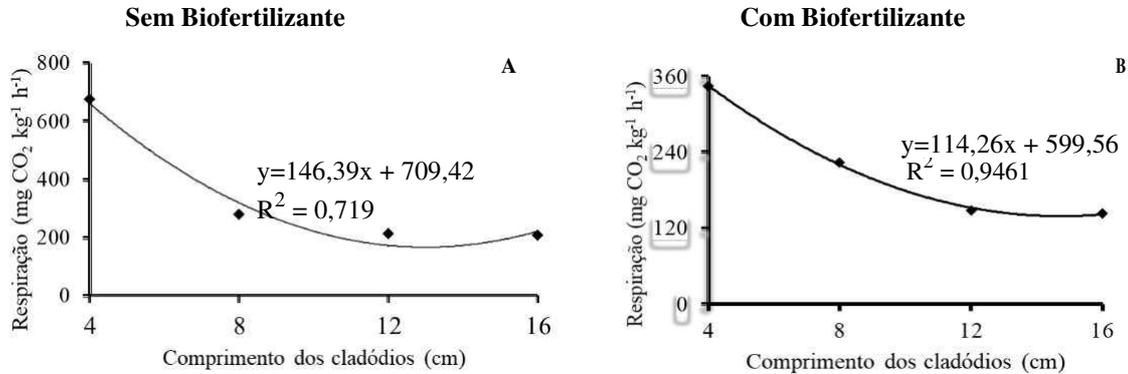


Figura 6. Respiração em cladódios de palma “Miúda” de diferentes comprimentos e submetidas a níveis de biofertilizante.

Observar-se na (Figura 6A e 6B), que o tempo de 6 h utilizado para respiração nos cladódios jovens de palma produzidos sem biofertilizante e com biofertilizante apresentaram uma grande semelhança na taxa respiratória, vindo a faixa de comprimento de 4-8 cm para ambos os tratamentos expor as maiores respostas com médias estimadas de $(674,33) \text{ mgCO}_2 \text{ kg}^{-1} \text{ h}^{-1}$ para a os cladódios produzidos sem biofertilizante e de $(512,00) \text{ mgCO}_2 \text{ kg}^{-1} \text{ h}^{-1}$ para os cladódios produzidos com biofertilizante, passando a reduzir com o aumento da faixa de tamanho dos cladódios durante o período de incubação.

Constata-se que a taxa de respiração dos cladódios na faixa de tamanho de 4-8 cm produzidos com e sem biofertilizante foram superior as demais faixa de tamanho com média de 674,33 mgCO₂ kg⁻¹ h⁻¹ e 512,00 mgCO₂ kg⁻¹ h⁻¹ para a mesma faixa de tamanho, respectivamente. verifica-se que indepenente da forma de produção, a respiração tende a diminuir com o avanço do estágio de maturação dos cladódios, esse fator pode está relacionado com o metabolismo da planta e devido os cladódios apresentarem uma reserva energetica de compostos organicos e muitas substancias quando estão ligados a planta mãe, assim que são desligados da planta mãe e sofrerem um corte já começam a entrar em processo de respiração e conseqüentemente ocorre a perda de água para o ambiente.

Verifica-se que os cladódios provenientes do biofertilizante apresentam as mesmas características de redução na taxa de respiração em relação aos cladódios produzidos sem biofertilizante, vindo a apresentar menores taxas de transpiração. Essas característica pode está relacionada devido a adubação oriunda de biofertilizante encontrar-se em sua forma líquida, fazendo com que promova melhores condições físico-química as plantas, fornecendo um aporte de nutrientes e condições favoráveis para maior absorção e desenvolvimento das plantas. Segundo Souza; Resende, et al. (2003), o emprego de biofertilizantes Orgânicos na forma líquida proporciona maior deslocamento dos nutrientes necessários para as plantas. Por apresentarem em sua composição, nutrientes mais facilmente disponíveis, quando comparados a outros adubos orgânicos e pode promover melhorias das propriedades químicas, isso porque, o fornecimento de biofertilizante no solo eleva os teores de P, Ca e Mg.

Outro fator importante que ocorre para essas plantas apresentarem menores taxa respiratória que outras espécies é devido todos os órgãos sejam caule, folhas, raízes, flor e frutos, possuem adaptações eficientes no aproveitamento dos recursos hídricos, principalmente o metabolismo ácido crassuláceo (CAM), responsável direto por diferenciá-la da maioria das outras espécies vegetais. Estas plantas durante a noite abrem seus estômatos para captação de CO₂, armazenando-o na forma de ácido málico, sendo este consumido durante o dia, assim sendo, com a redução do CO₂ no processo fotossintético ocorre sem a troca de gases com o meio e, conseqüentemente, sem perda de água (BORBA et. al., 2008; ARRUDA FILHO, 2002; LOPES 2012). Segundo Nobel (1995), esse evento fisiológico da abertura dos seus estômatos somente a noite faz com que possibilite a conservação da água pelas plantas CAM. A perda de água por transpiração é um preço a se pagar pela captação do CO₂ atmosférico, sendo a abertura dos estômatos ocorridos durante a noite induz que a captação do dióxido de carbono é feita no escuro, uma característica diferenciada, ao

contrário, da maioria das plantas que abrem seus estômatos durante o amanhecer com uma temperatura maior e uma umidade relativa mais baixa, resultando em uma maior perda de água para o meio. Já as plantas CAM, com a captação do CO₂ ocorrendo a noite, os níveis de perdas de água da planta para o ambiente são menores, pois a temperatura é mais baixa e a umidade relativa mais alta. Segundo Chitarra; Chitarra (2005) a respiração é o processo relacionado com a oxidação predominantemente de substâncias orgânicas nas mitocôndrias e com sistemas enzimáticos das células. A respiração é o principal processo fisiológico que continua ocorrendo no período pós-colheita, já que o vegetal não está mais ligado a sua origem; é necessário, então, que ele use de suas reservas de substratos, acumulado durante o crescimento e a maturação.

4. CONCLUSÕES

Os cladódios de 16-20 cm produzidos com biofertilizante apresentaram incrementos nos resultados com relação às características físicas e menores taxas respiratórias.

Os cladódios de 8-12 cm apresentaram maiores resultados para características físico-químicas e compostos bioativos, sendo semelhantes a umas hortaliças, vindo apresentar maiores teores para sólidos solúveis, acidez titulável, razão SS/AT e ácido ascórbico, potenciando a palma como alternativa e de ótima contribuição para a dieta humana.

O nível de 20% de biofertilizante promoveu aumento nos teores de compostos bioativos dos cladódios.

5. REFERÊNCIAS

- AGUILAR-BECERRIL, G., PEÑA-VALDIVIA, C. B.; LARA-MEIRELES, J. S.; LIRA-REYES, G. Alteraciones fisiológicas provocadas por sequía en nopal (*Opuntia fícus-indica*). **Revista Fitotecnia Mexicana**. v. 29, p. 231-237, 2006.
- ARRUDA FILHO, G. P.; ARRUDA, G. P. **Manejo Integrado da Cochonilha** *Diaspis echinocacti* **Praga da Palma Forrageira em Brasil**. n. 64. Hoja Tecnica: Costa Rica, 2002. 1-6 p.
- BISWAL, A. K.; PATTANAYAK, G. K.; PANDEY, S. S.; LEELAVATHI, S.; REDDY, V. S.; GOVINDJE, E.; TRIPATIA, B. C. Light intensity dependent modulation of chlorophyll b biosynthesis and photosynthesis by overexpression of chlorophyllide a oxygenase in tobacco. **Plant Physiol**. v. 159, n. 1, 433-449, 2012.
- BORBA, M. A. P.; SILVA, D. S.; ANDRADE, A. P. **A Palma no Nordeste e Seu Uso na Alimentação Animal**. Disponível em Acesso em 28 de jan de 2019.

- CANTWELL, M. Manejo pós-colheita de frutas e verdura de palma forrageira. In: BARBERA, GUISEPPE; INGLESE, PAOLO (Eds.). **Agroecologia, cultivos e usos da palma forrageira**. Paraíba: SEBRAE/PB, 2001. p. 20-27.
- CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA A. B. **Pós-colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manuseio**. Lavras: UFLA. 2005, 785p.
- CRISPIM, J. E.; MARTINS, J. C.; PIRES, J. C.; ROSELEM, C. A.; CAVARIANI, C. Determinação da taxa de respiração em sementes de soja pelo método da titulação. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 29, n. 10, p.1517-1521, 1994.
- DAROLT, M. R. **Caracterização Química, Qualidade Sanitária e Eficiência em Diferentes Concentrações na Cultura da Alface**. 2006. 52 f. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo)- Universidade Federal do Paraná- UFPR, Departamento de Solos e Engenharia Agrícola, Setor de Ciências Agrárias- Curitiba-PR. 2006.
- DONATO, P. E. R. **Características morfológicas, de rendimento e nutricionais da palma forrageira sob diferentes espaçamentos e doses de esterco**. 2011. 135 f. (Tese - Doutorado em Zootecnia). Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Itapetinga-BA; 2011.
- ENGEL, V. L.; POGGIANI, F. Estudo da concentração de clorofila nas folhas e seu espectro de absorção de luz em função do sombreamento em mudas de quatro espécies florestais nativas. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, v. 3, p. 39-45, 1991.
- FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. **Agroecologia, cultivo e usos da palma forrageira**. SEBRAE, 2001.
- FARIAS, V. F. S. **Avaliação do desenvolvimento, qualidade e capacidade antioxidante em brotos de palma (*Opuntia* sp.) para o consumo humano**. 2013. 74 f. Dissertação (Mestrado em Sistemas Agroindustriais) - Universidade Federal de Campina Grande, Pombal-PB, 2013.
- FERREIRA, D. F. Sisvar: a Guide for its Bootstrap procedures in multiple comparisons. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 38, n. 2, p. 109-112, 2014.
- INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Métodos físico-químicos para análises de alimentos. São Paulo: **Instituto Adolfo Lutz**, ed. 4, p. 1020, 2008.
- KUMAR, K.; SINGH, D.; SINGH, R. S. Cactus Pear: Cultivation and uses. **ICAR-Central Institute for Arid Horticulture, Bikaner**, Rajasthan, India. n. 73, p 38, 2018.
- LICHTENTHALER, H. K. **Chlorophylls and carotenoids: pigments of photosynthetic biomembranes**. In: PACKER, L.; SOUCE, R. *Methods in Enzymology*. London: Academic press. p. 350-382. 1987.
- LIMA, D. P.; PEREIRA, E. M.; SILVA, N. J. P.; MAGALHÃES, W. B.; HENRIQUE, R. S. Qualidade pós-colheita em brotos de palma de diferentes cultivares. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 12, n. 2, p. 280-283, 2017.

LINS, H. A.; FREIRE, F. H. P.; PEREIRA, E. M.; ALBUQUERQUE, J. R. T.; NETO, I. P. A. N.; SILVA, F. B.; MEDEIROS, J. E. Qualidade pós colheita em brotos de palma forrageira produzida a partir de diferentes fontes de esterco e contrações de nutrientes em solução nutritiva, 2º Congresso Brasileiro de Palma e outras Cactáceas, **Anais...** 008, 2011.

LOPES, E. B. (Org.) et al. **Palma Forrageira: Cultivo, Uso Atual e Perspectivas de utilização no semiárido Nordeste**. João Pessoa: EMEPA-PB, 2012.

MAKI-DÍAZ, G.; PEÑA-VALDIVIA, C. B.; GARCÍA-NAVA, R.; ARÉVALO-GALARZA, M. L.; CALDERÓN-ZAVALA, G.; ANAYA-ROSALES, S. Características físicas y químicas de nopal verdura (*Opuntia ficus-indica*) para exportación y consumo nacional. **Agrociência**, v. 49, n. 1, p. 31-51, 2015.

MERAZ-MALDONADO, N.; VALLE-GUADARRAMA, S.; HERNÁNDEZ-MORALES, J.; ANAYA-ROSALES, S.; RODRÍGUEZ-MACIEL, J. C.; LEYVA-RUELAS, G. Quality of three sizes of prickly pear cactus stems (*Opuntia ficus indica* L. „Atlixco“). **African. Journal Agriculture Resesach**. v. 7, p. 4512-4520, 2012.

NEVES, A. L. A.; PEREIRA, L. G. R.; SANTOS, R. D.; VOLTOLINI, T. V.; ARAÚJO, G. G. L.; MORAES, S. A.; ARAGÃO, A. S. L.; COSTA, C. T. F. **Plantio e uso da palma forrageira na alimentação de bovinos leiteiros no semiárido brasileiro**. Juiz de Fora, MG: Embrapa Gado Leiteiro, 62. 2010. 7 p. Comunicado Técnico

NOBEL, P. S. **Biologia Ambiental**. In: FAO (Org.) Agroecologia, Cultivo e Uso da Palma Forrageira. João Pessoa: SEBRAE-PB, 2001.

PEREIRA, E. M.; COSTA, F. B.; ALBUQUERQUE, J. R. T.; LINS, H. A.; SOBRINHO, P. H. G.; OLIVEIRA, M. N. Qualidade de brotos de palma forrageira produzido em diferentes espaçamentos, 2º Congresso Brasileiro de Palma e outras Cactáceas, **Anais...** 012, 2011.

ROCHA, J. E. S. **Palma forrageira no Brasil: o estado da arte**. EMBRAPA Caprinos e Ovinos. (Documentos, 106). 2012. 40 p.

SÁENZ, C. Características y composición química de los nopales. In: SÁENZ, C.; BERGER, H.; GARCÍA, J. C.; GALLETI, L.; CORTÁZAR, V. G.; HIGUERA, I.; MONDRAGÓN, C.; RODRÍGUEZ-FÉLIX, A.; SEPÚLVEDA, E.; VARNERO, M. T. **Utilización agroindustrial del nopal**. Roma: FAO, 2006. p. 7-22.

SILVA, A. P. G.; SOUZA, C. C. E.; RIBEIRO, J. E. S.; SANTOS, M. C. G.; PONTES, A. L. S.; MADRUGA, M. S. Características físicas, químicas e bromatológicas de palma gigante (*Opuntia ficus-indica*) e miúda (*Nopalea cochenillifera*) oriundas do estado da Paraíba. **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**, v. 9, n. 2, p. 1810-1820, 2015.

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

SILVA, J. L.; COSTA, F. B.; NASCIMENTO, A. M.; SOUSA, F. F.; SANTOS, K. P. Taxa respiratória de frutos de juazeiro (*Ziziphus joazeiro* Mart.) armazenado sob temperatura ambiente. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Pombal, v. 12, n. 2, p. 343-347, 2017.

SILVA, M. S.; COSTA, F. B.; FORMIGA, A. S.; NÓBREGA, J. S.; BRASIL, Y. I.; LIRA, R. P.; SILVA, J. L.; SALES, G. N. B.; PEREIRA, U. S.; NASCIMENTO, A. M. Qualitative assessment of early palm cladodes of *Opuntia tuna* L. (Mill) grown with organic manures. **Journal of Experimental Agriculture International**, v. 26, n. 6, p. 1-14, 2018.

SOUZA, F. M.; LIMA, E. C. S.; SÁ, F. V. S.; SOUTO, L. S.; ARAÚJO, J. ES.; PAIVA, E. P. Doses de esterco de galinha e água disponível sob o desenvolvimento inicial de milho. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 11, n. 5, p. 64-69, 2016.

SOUZA, J. L.; RESENDE, P. **Manual de horticultura orgânica**. Viçosa: Aprenda fácil, 2003. 564 p.

SUDZUKI-HILLS, F. Anatomia e fisiologia. In: **AGROECOLOGIA, CULTIVO E USOS DA PALMA FORRAGEIRA**. João Pessoa: SEBRAE, p. 28-34, 2001.

WATERHOUSE, A. **Folin-Ciocalteu micro method for total phenol in wine**. Disponível em: <<http://waterhouse.ucdavis.edu/phenol/folinmicro.htm>>. Acesso em: 29 de setembro 2018.

XAVIER JÚNIOR, O. S. **Desempenho agrônômico de clones de palma forrageira em função do tipo de adubo orgânico**. 2018. 48 f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal - Universidade Federal Rural de Pernambuco - UFRPE, Unidade Acadêmica de Serra Talhada - UAST), Serra Talhada-PE. 2018.

YEMM, E. W.; WILLIS, A. J. The estimation of carbohydrates in plant extracts by anthrone. **Biochemical Journal**, v. 57, p.508-515, 1954.