

**ORLANDO SALVADOR XAVIER JÚNIOR**

**DESEMPENHO AGRONÔMICO DE CLONES DE PALMA FORRAGEIRA EM  
FUNÇÃO DO TIPO DE ADUBO ORGÂNICO**

**SERRA TALHADA-PE**

**2018**

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO**  
**UNIDADE ACADÊMICA DE SERRA TALHADA**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM PRODUÇÃO VEGETAL**

**ORLANDO SALVADOR XAVIER JÚNIOR**

**DESEMPENHO AGRONÔMICO DE CLONES DE PALMA FORRAGEIRA EM**  
**FUNÇÃO DO TIPO DE ADUBO ORGÂNICO**

**ORIENTADOR: PROF. DR. THIERES GEORGE FREIRE DA SILVA**

Dissertação apresentada à Universidade Federal Rural de Pernambuco, Unidade Acadêmica de Serra Talhada, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal para obtenção do título de Mestre em Produção Vegetal.

**SERRA TALHADA-PE**

**2018**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)  
Sistema Integrado de Bibliotecas da UFRPE  
Biblioteca da UAST, Serra Talhada-PE, Brasil

X3d Xavier Junior, Orlando Salvador

Desempenho agronômico de clones de palma forrageira em função do tipo de adubo orgânico / Orlando Salvador Xavier Junior. - Serra Talhada, 2018.

48f. : il.

Orientador: Thieres George Freire da Silva.

Coorientadores: Vicente Imbroisi Texeira, Alexandre Campelo de Oliveira

Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Unidade Acadêmica de Serra Talhada, Serra Talhada, PE, 2018.

Inclui referências e apêndices.

1. Adubação orgânica. 2. Irrigação. 3. Palma forrageira. 4. Opuntia stricta. 5. Nopalea cochenillifera. I. Silva, Thieres George Freire da, orient. II. Texeira, Vicente Imbroisi, coorient. III. Oliveira, Alexandre Campelo de, coorient. IV. Título.

CDD 631

ORLANDO SALVADOR XAVIER JÚNIOR

DESEMPENHO AGRONÔMICO DE CLONES DE PALMA FORRAGEIRA EM FUNÇÃO  
DO TIPO DE ADUBO ORGÂNICO

Dissertação apresentada à Universidade Federal Rural de Pernambuco, Unidade Acadêmica de Serra Talhada, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, para obtenção do título de Mestre em Produção Vegetal.

APROVADO em \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_.

Banca Examinadora

---

Dr. Thieres George Freire da Silva UFRPE/UAST  
(Orientador)

---

Dr. Maurício Luiz de Mello Vieira Leite UFRPE/UAST  
(Examinador Interno)

---

Dr. Alexandre Campelo de Oliveira UFRPE/UAST  
(Examinador Interno)

---

Dra. Luciana Sandra Bastos de Souza UFRPE/UAST  
(Examinador Externo)

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente a Deus por me conceder saúde, perseverança e sabedoria. Além de me dar ao longo da minha vida me deu forças para nunca desistir;

À Universidade Federal Rural de Pernambuco pela oportunidade de participar do Programa de Pós-graduação em Produção Vegetal;

Ao Professor, Thieres George Freire da Silva, pela orientação, ensinamentos e paciência;

Aos membros da banca examinadora pelas valiosas contribuições;

A toda minha família, pelo apoio, incentivo e compreensão durante essa fase da minha vida, e em especial meu pai Orlando Xavier, que não mediu esforços para nos proporcionar uma boa formação;

A minha esposa Danielle e meus filhos Maria Paula, Orlando e Matheus pelo amor incondicional, carinho, paciência e apoio durante todo tempo;

Aos colegas da equipe do Grupo de Agrometeorologia no Semiárido "GAS" pela ajuda na condução do experimento;

Aos colegas de Pós Graduação, pelos bons momentos e acolhimento;

E a todos que, de uma forma ou de outra contribuíram para mais essa conquista.

Meu muito Obrigado!

## SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS.....	07
LISTA DE FIGURAS.....	08
RESUMO GERAL.....	09
ABSTRACT.....	10
APRESENTAÇÃO.....	11
CAPÍTULO I.....	12
REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	12
1.1 Introdução.....	14
1.2 Uso de biofertilizante na Agricultura.....	14
1.3 Origem e distribuição da Palma Forrageira.....	19
1.4 Características Botânicas e Morfológicas.....	20
1.5 Exigências Edafoclimáticas e Nutricionais.....	20
1.6 Importância Socioeconômica.....	21
1.7 Uso da Matéria Orgânica na Adubação da Palma Forrageira.....	22
Referências.....	24
CAPÍTULO II.....	31
Introdução.....	33
Material e Métodos.....	34
Resultados e Discussão.....	37
Conclusões.....	40
Referências.....	41

## LISTA DE TABELAS

- Tabela 1.** Série Provisória do município de Serra Talhada, PE, referente ao período de 1999 a 2017. Fonte: Banco de dados da Agência Pernambucana de Águas e Clima - APAC.....46
- Tabela 2.** Análise química do biofertilizante líquido BioCapri aplicado em cultivo de clones de palma forrageira, em Serra Talhada, PE.....46
- Tabela 3.** Análise química do solo no início e ao final do experimento com clones de palma forrageira (MIU - Miúda; OEM - Orelha de Elefante Mexicana) submetidos à cinco doses de biofertilizante líquido (0, 50, 100, 150 e 200 mL planta<sup>-1</sup> mês<sup>-1</sup>) mais uma dose de esterco, no município de Serra Talhada, PE.....46
- Tabela 4.** Variáveis biométricas de clones de palma forrageira irrigada com água salina (Miúda - MIU; Orelha de Elefante Mexicana - OEM) submetidos à cinco doses de biofertilizante líquido mais uma dose de esterco, no município de Serra Talhada, PE.....47

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Evapotranspiração de referência e precipitação pluviométrica entre dezembro de 2016 e novembro de 2017. ....	48
<b>Figura 2.</b> Massa fresca por planta de clones de palma forrageira (Orelha de Elefante Mexicana e Miúda) submetidos a cinco doses de biofertilizante líquido mais esterco, em serra Talhada, PE.....	48



## RESUMO GERAL

XAVIER JÚNIOR, Orlando Salvador. **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.

A região semiárida brasileira é caracterizada por apresentar elevada demanda atmosférica, precipitações pluviométricas irregulares e mal distribuídas espaço-temporal, que afetam na atividade agrícola. Logo, a pecuária desponta como uma importante atividade regional. Todavia, a produção de forragem, normalmente, sofre sazonalidade quantitativa e qualitativa, influenciando na viabilidade dessa atividade. Para a sua sustentabilidade, recomenda-se o uso de forragens nativas e ou adaptadas à região. Nesse contexto, a palma forrageira surge como uma alternativa devido a sua adaptabilidade às condições edafoclimáticas de ambientes áridos e semiáridos. Como a maioria das culturas, a palma responde muito bem aos tratamentos culturais, por exemplo, adubação e irrigação. O cultivo de palma para forragem, em condições irrigadas e com o uso de fertilizantes orgânicos pode ajudar na maximização produtiva. Diante do exposto, objetivou-se avaliar os efeitos da adubação orgânica, com esterco e biofertilizante líquido, no desempenho agrônômico de dois clones de palma forrageira. O experimento foi conduzido em vasos de 21 L no município de Serra Talhada, Pernambuco. Os clones Orelha de Elefante Mexicana (OEM, *Opuntia stricta* (Haw.) Haw.) e a Miúda (MIU, *Nopalea cochenillifera* (L.) Salm-Dyck) foram dispostas em delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 5+1x2, com cinco doses de biofertilizante à base de esterco caprino (BioCapri) (0 mL; 50 mL; 100 mL; 150 mL e 200 mL planta<sup>-1</sup> mês<sup>-1</sup>) e uma dose de esterco (180 cm<sup>3</sup> planta<sup>-1</sup>), com nove repetições. O BioCapri foi aplicado mensalmente entre junho e novembro de 2017. A irrigação foi realizada uma vez por semana com base na evapotranspiração da cultura. Os dados morfológicos das plantas e dos cladódios foram coletados ao longo do tempo, e a massa fresca por planta na ocasião da colheita. Verificou-se que a aplicação do BioCapri não interferiu na maioria das características morfogênicas e na produção de biomassa fresca da palma forrageira ( $p > 0,05$ ). Na avaliação dos clones, a OEM destacou-se na produção de massa fresca, enquanto que a MIU possuiu maior espessura e comprimento de cladódios. Conclui-se que, a aplicação de doses até 200 mL de BioCapri pouco contribuíram para o rendimento da palma forrageira.

**Palavras-chave:** Adubação, BioCapri, Irrigação, *Opuntia stricta*, *Nopalea cochenillifera*.

## GENERAL ABSTRACT

XAVIER JUNIOR, Orlando Salvador. **Agronomic performance of forage cactus clones according to the type of organic fertilizer.** 2018. 48 f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal - Universidade Federal Rural de Pernambuco - UFRPE, Unidade Acadêmica de Serra Talhada – UAST), Serra Talhada - PE.

The semi-arid region is responsible for the emission of greenhouse gases and precipitation with irregular distribution and without space, which affect agricultural activity. Therefore, livestock farming emerges as an important regional activity. However, forage production normally suffers from quantitative and qualitative seasonality, influencing the viability of this activity. For sustainability, the use of fodder and adaptations to the region is recommended. In this context, forage cactus emerges as an alternative due to its adaptability to the edaphoclimatic conditions of arid and semi-arid environments. Like most crops, forage cactus responds very well to cultural practices, for example, fertilization and irrigation. Forage cactus cultivation for forage, under irrigated conditions and with the use of fertilizers can help maximize production. The objective of this study was to evaluate the effects of organic fertilizer, with manure and liquid biofertilizer, without agronomic effect of two clones of forage cactus. The experiment was conducted in 21L pots in the municipality of Serra Talhada, in Pernambuco. (The clones of Orelha de Elefante Mexicana (OEM, *Opuntia stricta* (Haw.) Haw.) and the Miuda (MIU, *Nopalea cochenillifera* (L.) Salm-Dyck) were arranged in a completely randomized design, in factorial scheme 5 + 1x2, with five doses of biofertilizer based on goat manure (BioCapri) (0 mL, 50 mL, 100 mL, 150 mL, 200 mL plant<sup>-1</sup> month<sup>-1</sup>) and a dose of manure (180 cm<sup>3</sup> plant<sup>-1</sup>) with nine replicates. BioCapri was artificially sent to June and November 2017. Irrigation was performed once a week based on crop evapotranspiration. Morphological data of plants and cladulates were over time, and fresh mass per plant at the time of harvest (p >0.05). In most clones, a fresh mass production, whereas the MIU possesses greater thickness and length of cladodes. It concludes that an application of doses up to 200 mL of BioCapri contributed little to the yield of the forage cactus.

**Keywords:** Adubação, BioCapri, Irrigação, *Opuntia stricta*, *Nopalea cochenillifera*.

## APRESENTAÇÃO GERAL

A região semiárida brasileira é caracterizada por exibir elevada demanda atmosférica, precipitações pluviométricas irregulares e mal distribuídas espaço-temporal. Esta condição afeta diretamente a atividade agrícola e, por este motivo, a criação de bovinos, caprinos e ovinos constitui uma das mais importantes atividades desenvolvidas no Nordeste brasileiro. Todavia, a produção de forragem, normalmente, sofre sazonalidade quantitativa e qualitativa, influenciando diretamente na viabilidade da pecuária na região. Logo, para a sustentabilidade destes sistemas de produção recomenda-se o uso de forragens nativas e/ou adaptadas à região. Nesse contexto, a palma forrageira surge como uma alternativa devido a sua adaptabilidade às condições edafoclimáticas de ambientes áridos e semiáridos.

A palma forrageira apresenta elevado potencial de produção de fitomassa, convertendo a energia radiante em energia química, por meio da fotossíntese. Esta cultura é um dos principais suportes forrageiros dos ruminantes, produzindo forragem de qualidade a baixo custo quando comparado com outras forrageiras não xerófilas. Na região Nordeste, predomina o cultivo de espécies de palma forrageira, dos gêneros *Opuntia* e *Nopalea*, ambos da família Cactaceae, que se destacam pela concentração de energia, boa palatabilidade, potencial produtivo, e principalmente, pela sua resistência aos períodos mais críticos do ano.

Como a maioria das culturas, a palma forrageira responde muito bem aos tratamentos culturais (e.g., o uso da adubação orgânica). O cultivo de palma para forragem, utilizando adubos orgânicos, atinge maiores produtividades, aumentando a potencialidade da cultura para a região semiárida. Além disso, melhora as características físicas do solo, como porosidade e a capacidade de retenção de água, aumentando a disponibilidade de água, e minimizando os efeitos causados ao meio ambiente por causa de adubos químicos.

Vários estudos têm sido conduzidos para avaliar os efeitos da adubação orgânica em clones de palma forrageira, porém, trabalhos utilizando a modalidade dos biofertilizantes líquidos ainda são incipientes na literatura. Diante do exposto, objetivou-se avaliar os efeitos da adubação orgânica, com esterco e biofertilizante líquido, no desempenho agrônomo de dois clones de palma forrageira (*Nopalea* e *Opuntia*) no Semiárido brasileiro.

## CAPÍTULO I

### REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

#### **O uso de biofertilizantes, e aspectos agronômicos da palma forrageira no Semiárido brasileiro**

**Resumo:** A palma (*Opuntia* e *Nopalea*) é uma das forrageiras mais importantes do mundo, nativa do México e pertencente à família Cactaceae, a mesma possui uma alta eficiência no uso da água. No Brasil é cultivada principalmente no Nordeste, onde é considerada estratégica devido as condições climáticas da região. Pesquisas indicam que a adubação orgânica induz um melhor desempenho produtivo da palma forrageira. Neste sentido, o uso de biofertilizante para suprir as necessidades nutricionais das culturas agrícolas, tem sido uma importante ferramenta para os produtores rurais, por se tratar de um insumo orgânico de baixo custo, resultante da fermentação aeróbica de matéria orgânica e água, e que pode influenciar positivamente as propriedades químicas e físicas do solo. Esta revisão de literatura tem por objetivo descrever as características da palma forrageira na região, e estimular a adoção de técnicas que melhorem o seu cultivo nos ecossistemas do semiárido, como o uso de biofertilizantes.

**Palavras-chave:** Adubação, *Opuntia stricta*, *Nopalea cochenillifera*.

## **The use of biofertilizers, and agronomic aspects of forage cactus in the Brazilian Semi-arid region**

**Abstract:** The forage cactus (*Opuntia* and *Nopalea*) is one of the most important forages in the world, native of Mexico and belonging to the family Cactaceae, it has a high efficiency in the use of water. In Brazil it is mainly cultivated in the Northeast, where it is considered strategic due to the climatic conditions of the region. Research indicates that organic fertilization induces a better productive performance of forage palm. In this sense, the use of biofertilizer to meet the nutritional needs of agricultural crops has been an important tool for farmers because it is a low-cost organic input resulting from the aerobic fermentation of organic matter and water, which can positively influence the chemical and physical properties of the soil. This literature review aims to describe the characteristics of forage palm in the region, and to encourage the adoption of techniques that improve its cultivation in semiarid ecosystems, such as the use of biofertilizers.

**Key words:** Fertilization, *Opuntia stricta*, *Nopalea cochenillifera*.

## **1.1 Introdução**

A agricultura convencional, mesmo com algumas vantagens econômicas, gera significativos impactos ambientais negativos que não são incorporados aos custos de produção. Esta atividade utiliza adubos minerais que contribuem para a poluição do solo e dos mananciais. 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 2011, o consumo de fertilizantes minerais ultrapassou 29 milhões de toneladas, destes mais de 60% foram importados. Neste sentido, a adubação orgânica é uma alternativa aos fertilizantes minerais, que são oriundos de recursos finitos e de elevado custo para aquisição (SCHUMACHER et al., 2001).

A utilização de resíduos orgânicos oriundos da criação de animais é uma alternativa para a fertilização dos cultivos agrícolas (KOMIYAMA et al., 2013). A substituição de insumos industriais por recursos disponíveis na propriedade é o primeiro passo no processo de transição agroecológica, entretanto, ainda é escasso o conhecimento sobre as quantidades destes produtos que devem ser aplicadas ao solo para obtenção de rendimentos satisfatórios na produção das culturas agrícolas (FIGUEROA et al., 2012).

## **1.2 Uso de Biofertilizantes na Agricultura**

O declínio na qualidade de vida rural e a degradação dos recursos naturais associados à agricultura pós Revolução Verde, impulsionou a discussão sobre o desenvolvimento sustentável neste meio, tornando a produção agrícola não apenas uma questão técnica, mas um processo condicionado por dimensões ambientais, sociais, culturais, políticas e econômicas, que devem ser compatibilizadas em agroecossistemas sustentáveis (ALTIERI, 2009). A sustentabilidade de um sistema agrícola requer o uso racional dos recursos naturais, tendo em vista a perpetuidade produtiva deste bem. O modelo convencional de agricultura requer um aporte elevado e contínuo de insumos industriais para a manutenção do sistema, apresentando baixa eficiência no uso de energia (GLIESSMAN, 2000).

A diminuição do consumo das reservas naturais, bem como o aumento dos custos de produção, tem despertado o interesse de estudiosos, direcionando-os para a diminuição do uso dos fertilizantes minerais (VILLELA JÚNIOR et al., 2003). Neste contexto, a utilização de

materiais orgânicos como fonte de matéria-prima alternativa para produção de fertilizantes é uma medida estratégica do ponto de vista ambiental, sendo conveniente, desde que seja viável, também, do ponto de vista econômico (FERNANDES et al., 2003).

O uso de adubos orgânicos, além de melhorar a agregação do solo, aeração, temperatura e penetração de raízes, também é capaz de integrar ao solo compostos orgânicos que são decompostos e transformados em nutrientes disponíveis às plantas (OLIVEIRA et al., 2009). A adição de matéria orgânica no solo provoca a estabilidade dos agregados, melhorando a infiltração, percolação e retenção de água, além de aumentar a capacidade de troca catiônica (CTC) e o suprimento dos nutrientes (PREEZ et al., 2011). Os fertilizantes orgânicos atuam no solo enriquecendo-o gradualmente com macro e micronutrientes essenciais às plantas (TRANI et al., 2013).

Para Malavolta et al. (2002), a exemplo dos adubos orgânicos os biofertilizantes destacam-se por proporcionar bons resultados na agricultura e com diversas formas de aplicação, dosagens e concentrações. Os biofertilizantes são definidos, na Instrução Normativa nº 46 de 06 de outubro de 2011, como produtos que contêm componentes ativos ou agentes biológicos capazes de atuar, direto ou indiretamente, sobre o todo ou sobre partes das plantas cultivadas, melhorando o desempenho do sistema de produção, e, que sejam isentos de substâncias proibidas pela regulamentação de orgânicos (MAPA, 2012). O uso desta modalidade de fertilizante vem crescendo em todo Brasil, devido à busca crescente de produtos menos agressivos ao meio ambiente, bem como ser de fácil alcance e produção (MEDEIROS et al., 2007). O uso desses produtos pode servir de suporte para uma agricultura sustentável e economicamente viável para os pequenos produtores (BORASTE et al., 2009). O emprego dos biofertilizantes influencia diretamente na fertilidade do solo, fornecendo nutrientes, resultantes da ação metabólica dos microrganismos benéficos que formam compostos quelatizados, sendo disponibilizados e prontamente absorvidos pelas plantas (ARAÚJO et al., 2007; OWAMAH et al., 2014).

Se comparado com os fertilizantes minerais, os biofertilizantes apresentam inúmeros benefícios, como tornar o solo mais poroso, permitindo maior aeração em camadas mais profundas, estabelecimento do equilíbrio nutricional, preservação das interações biológicas, tornando o solo favorável a multiplicação de microrganismos benéficos, proporcionando maior eficiência nutricional e fotossintética, e conseqüentemente maior produtividade e qualidade dos cultivos (IZUMI et al., 2010; MORAES, 2015). Assim, o uso desse tipo de produto por pequenos produtores é uma alternativa viável e econômica, como uma prática recomendada não somente para fins de fertilização, mas também no controle fitossanitário,

reduzindo os custos com insumos e defensivos (PRIMAVESI et al., 2004). A utilização de biofertilizantes na fertilização das culturas agrícolas é uma prática que pode favorecer tanto ao meio ambiente quanto ao produtor, pois este contém os nutrientes essenciais para o crescimento das plantas, proporciona a melhoria das características químicas, físicas e biológicas do solo, além de reduzir o uso de agroquímicos e os custos com o cultivo, o que eleva a sustentabilidade dos sistemas agrícolas (SOUZA et al., 2010).

Segundo Hamoudi e Larich (2013), os insumos orgânicos em geral, entre eles os biofertilizantes, aumentam os espaços porosos para a infiltração e retenção da água, isto possibilita em algumas situações, maior crescimento radicular. Exercendo efeitos benéficos sobre o crescimento das plantas, trocas gasosas e extração de nutrientes, sendo que as doses a serem empregadas dependerão do tipo, textura, estrutura e teor de matéria orgânica presente no solo (SILVA et al., 2013). A absorção pelas plantas se efetua com muita rapidez, de modo que é muito útil para as culturas de ciclo curto ou no tratamento rápido de deficiências nutricionais das plantas (LOVATTO et al., 2011). Maghanaki et al. (2013) explicaram que os biofertilizantes líquidos são absorvidos com maior facilidade pelo solo do que os fertilizantes sólidos, já que os mesmos entram em contato direto com as raízes da planta, sendo que o sólido necessita de água da chuva ou irrigação para dissolver-se e fornecer os nutrientes necessários. A importância do biofertilizante no crescimento das plantas não se deve aos valores quantitativos dos seus componentes químicos que, em geral, são baixos, mas no aspecto qualitativo, devido sua diversidade química (BORGES et al., 2012). Sua utilização não gera problemas ao solo, como acidez e degradação do mesmo, pelo fato de ter um pH levemente alcalino (BARBOSA; LANGER, 2011).

De acordo com Paré et al. (1998) a preparação de caldas biofertilizantes tem se difundido como um método de reciclagem de resíduos orgânicos e esterco para uso no manejo de plantas. Dessa forma, minimiza-se também a poluição ambiental e a degradação do solo, reduz-se o descarte de resíduos e limita-se a emissão de gases de efeito estufa. Os biofertilizantes são compostos bioativos, resíduos finais da fermentação de compostos orgânicos, que contêm células vivas ou latentes de microrganismos (e.g., bactérias, leveduras, bacilos, algas e fungos filamentosos) e seus metabólitos, além de quelatos organo-minerais (ALVES et al., 2001). Geralmente, o ingrediente mais utilizado para a produção do biofertilizante é o esterco de animais, principalmente por conter na sua composição macro e micronutrientes essenciais as plantas, além da sua grande disponibilidade na maioria dos estabelecimentos agrícolas (PROBST et al., 2009). Pois, a criação de pequenos ruminantes caracteriza-se como uma atividade de grande importância cultural, social e econômica para a



agricultura familiar, desempenhando um papel crucial em seu desenvolvimento (ROBERTO; SOUZA, 2011).

Segundo Lovatto et al. (2011), a produção de biofertilizante é decorrente do processo de fermentação (aeróbica ou anaeróbica), ou seja, da atividade dos microorganismos na decomposição da matéria orgânica e complexação de nutrientes, o que pode ser obtido com a simples mistura de água e esterco fresco. Podendo possuir composição altamente complexa e variável, dependendo do material empregado, contendo quase todos os macro e micro nutrientes necessários à nutrição vegetal (MELO et al., 2009). Meirelles et al. (1997), explicam que os biofertilizantes tem um tempo de fermentação concluída em 30 dias no verão ou 45 dias no inverno. A temperatura é um dos fatores importantes para sua fermentação, sendo que no período quente pode ser concluída de 14 a 30 dias e em períodos mais frios, de 45 a 90 dias, sendo que a temperatura ideal é 38°C. Uma vantagem no uso do biofertilizante, é que pode ser produzido pelo próprio agricultor, gerando economia de produtos importados e melhorando o meio ambiente (MEDEIROS et al., 2008).

A biodigestão aeróbica consiste em um processo biológico que acontece na presença de oxigênio, no qual diversas populações de bactérias convertem a matéria orgânica em uma mistura de metano, dióxido de carbono e pequenas quantidades de hidrogênio, nitrogênio e sulfeto de hidrogênio (PARAWIRA, 2004). De acordo com D'Andrea e Medeiros (2002), o processo de fermentação é complexo e os microrganismos existentes passam quatro fases distintas de crescimento celular:

- a) Latência: compreende o período de adaptação dos microrganismos, após o qual as células dão início à fermentação;
- b) Crescimento exponencial: nessa fase ocorre elevado processo de biomassa e liberação dos metabólitos primários: carboidratos, aminoácidos, lipídeos, nucleotídeos, vitaminas, proteínas e enzimas;
- c) Fase estacionária: as células param de se dividir e as colônias, após juntarem-se, iniciam um processo de diferenciação celular produzindo metabólitos secundários como forma de defesa (antibióticos, toxinas, fenóis, ácidos orgânicos e outras proteínas de cadeia longa, de alto interesse biotecnológico);
- d) Morte celular: esgotadas as reservas de energia, as células começam a morrer numa velocidade exponencial.

Portanto, não existe formulação padrão para o seu preparo, é produzido por meio de receitas variadas, que são testadas e utilizadas para diversos fins (MARROCOS et al., 2012). Os biofertilizantes diferem dos fertilizantes minerais convencionais por serem produzidos em

qualquer lugar e com qualquer matéria prima, inclusive resíduos de sistemas agropecuários (OGBO, 2010).

Segundo Restrepo Rivera (2014), os principais ingredientes utilizados no preparo dos biofertilizantes e suas respectivas funções são:

- ✓ O Leite ou Soro de leite: são ricos em aminoácidos, vitaminas, graxas e proteínas, ingredientes necessários para proporcionar as condições adequadas para os microrganismos se multiplicarem. Tem, portanto, a função de reavivar a mistura, assim como o melaço de cana, beneficiando a formação de outros compostos orgânicos que são estimulados durante o processo.
- ✓ O Melaço: é responsável pela energia necessária para que os microrganismos realizem o trabalho de decomposição da matéria. O melaço dissolvido em água impulsiona o processo de fermentação, isto é, auxilia o desenvolvimento de microrganismos encarregados de transformar a matéria orgânica em nutrientes fáceis de assimilar pelas plantas. É rico em Potássio, Cálcio, Fósforo, Magnésio e micronutrientes como Boro, Zinco e Ferro.
- ✓ As Cinzas: contém grande aporte de micro elementos, melhora as características físicas do solo, permitindo uma melhor distribuição das raízes, uma maior aeração e absorção de umidade e calor (energia). Seu alto grau de porosidade incrementa a oxigenação do composto beneficiando a atividade microbiana, pois retêm, filtra e libera nutrientes, atuando como regulador da temperatura do solo aumentando a resistência das raízes, e liberando gradualmente nutrientes úteis as plantas diminuindo a perda e lixiviação destes no solo.
- ✓ O Pó de rocha: importante fonte de sais minerais que além de enriquecer e ativar a fermentação, nutre e fertiliza o solo e as plantas.
- ✓ O Suco de Frutas: é um material rico em micro fauna em estágios diferentes de decomposição, e desta forma, rico em uma microbiota diversificada. É um ingrediente rico em vitaminas complexas que estimulam a ativação de hormônios de crescimento, aumentando a fermentação do composto.
- ✓ O Esterco: é a principal fonte de microrganismos que estimulam a fermentação, grande inoculo: “sementes” de leveduras, fungos, bactérias, protozoários sendo responsáveis fermentativo. Sua grande vantagem é que permitir tanto a fermentação aeróbica como anaeróbica. Rico em Nitrogênio, melhora a qualidade e a fertilidade do solo com nutrientes como Fósforo (P), Potássio (K) Cálcio (Ca), Magnésio (Mg), Zinco (Zn), Cobre (Cu) e Boro (B). Em geral, o esterco melhora as condições biológicas, químicas

e físicas dos solos. O esterco fresco apresenta uma gama de microrganismos vivos que são indispensáveis para o início do processo de fermentação do biopreparado.

Assim, a eficiência deste produto depende de características da matéria orgânica biodigerida, do manejo do produto (época, dosagens e forma de aplicação), das características edafoclimáticas e do conhecimento dos mecanismos e interações entre os microrganismos e a fração mineral do solo (ABDEL MONEM et al., 2001).

### **1.3 Origem e Distribuição da Palma Forrageira**

A palma forrageira é uma das plantas mais eficientes no armazenamento de água e biomassa, pertencente à família Cactaceae, é uma espécie com forte expressão econômica e social, caracterizando-se como uma das plantas forrageiras mais importantes do mundo. Originária do México, atualmente está presente em todos os continentes, sendo utilizada para diversos fins, destacando-se o uso na alimentação animal. Foi introduzida no Brasil por volta de 1880, pelo estado de Pernambuco, por meio de cladódios provenientes do Texas, EUA (NUNES, 2011). A maior área cultivada com palma forrageira no mundo, está na região Nordeste do Brasil, alcançando cerca de 550 mil hectares (ARAÚJO et al., 2005).

Entre as diversas forrageiras que existem no semiárido brasileiro, como gramíneas e plantas nativas, esta cactácea destaca-se em virtude dos seus mecanismos de adaptações à escassez de água, o que permite a sua perenidade em ambientes algumas vezes de extrema condição de aridez, mantendo a sustentabilidade da pecuária no semiárido, proporcionando produção quantitativa e qualitativa, através da melhoria na dieta alimentar a custos razoáveis para os produtores rurais (ALENCAR et al., 2011). A palma forrageira possibilita a produção animal nos períodos mais críticos do ano, surgindo como fonte alternativa de alimento, pois oferece boa disponibilidade no período seco, bom coeficiente de digestibilidade da matéria seca e alta produtividade. Além de fornecer um alimento verde, supre grande parte das necessidades de água dos animais na época de escassez, desse modo, pode ser introduzida na alimentação de bovinos, caprinos e ovinos (SANTOS et al., 1997).

Devido à sazonalidade da vegetação nestas regiões esta espécie é uma alternativa para suprir a alimentação animal, tornando-a assim opção de cultura xerófila com maior potencial de exploração na pecuária do Nordeste brasileiro (CÂNDIDO et al., 2013). É uma forrageira que apresenta alta eficiência produtiva, necessitando de quantidades mínimas de água para altos rendimentos (LIMA et al., 2015).

## 1.4 Características Botânicas e Morfológicas

Uma das razões da ampla distribuição desta crassuláceas é sua adaptação anatômica, bioquímicas, morfológicas e fisiológica as regiões áridas e semiáridas. A palma forrageira possui uma alta eficiência no uso da água devido alguns aspectos fisiológicos, como a cutícula impermeável, menor número de estômatos e eficaz aparelho fotossintético (RAMOS et al., 2011). O grande diferencial das cactáceas é seu metabolismo CAM ou MAC (Metabolismo Ácido das Crassuláceas), considerando a chave para o sucesso e sobrevivência em regiões áridas e semiáridas. As plantas CAM mantêm seus estômatos fechados durante o dia e abrem durante a noite, quando geralmente as temperaturas são mais baixas. Isso minimiza a perda de água, pois H<sub>2</sub>O e CO<sub>2</sub> têm a mesma via de difusão (TAIZ; ZEIGER, 2004).

Em todo mundo, já foram descritas cerca de 300 espécies de cactáceas pertencentes ao gênero *Opuntia*, distribuídas desde o Canadá até a Argentina (SCHEINVAR, 2001). Nos gêneros *Opuntia* e *Nopalea*, estão presentes às espécies de palma mais utilizadas como forrageiras. No Semiárido nordestino, são cultivadas duas espécies de palma forrageira, a *Opuntia ficus indica* Mill. com os clones Gigante, Redonda e IPA-20 e a *Nopalea cochenillifera* Salm-Dyck, com o clone Miúda ou Doce (SANTOS et al., 2006). O clone Orelha de Elefante Mexicana (*Opuntia stricta* (Haw.) Haw.) apresenta tolerância à cochonilha-do-carmim (*Dactylopius opuntiae*) e uma menor exigência em fertilidade do solo (CAVALCANTI et al., 2008). O clone Miúda ou Doce tem porte pequeno e caule ramificado, apresentando maiores teores de matéria seca e carboidrato, sendo assim, mais nutritiva. É mais exigente em fertilidade e umidade e tem menor tolerância à seca, embora seja resistente à cochonilha-do-carmim (VASCONCELOS et al., 2009).

## 1.5 Exigências Edafoclimáticas e Nutricionais

A palma forrageira é uma planta rústica, que tem um bom desenvolvimento em região com baixos índices pluviométricos. Entretanto, informações sobre umidade do ar e do solo, temperatura do ar média do dia e da noite são determinantes na produção desta cactácea. De acordo com zoneamento elaborado por Souza et al., (2008), o potencial produtivo ocorre em regiões cuja temperatura média oscila entre 16,1 °C e 25,4 °C; com máximas entre 28,5 °C e 31,5 °C e mínimas variando de 8,6 °C a 20,4 °C. A amplitude térmica esteja situada entre 10,0 °C e 17,2 °C. A faixa ideal de precipitação pluvial concentra-se entre 368,4 mm e 812,4 mm, embora possa ser cultivada com 200 mm, e o índice de umidade relativa do ar anual deve

variar entre 63,1 e 37,3 %. O crescimento da palma é favorecido nas maiores altitudes, devido à redução da temperatura do ar e ao aumento da umidade relativa no período noturno (55%-60%) (FARIAS et al., 2005).

Exigente quanto às características físico-químicas do solo, o cultivo de palma pode ser indicado em áreas de textura arenosa à argilosa, sendo, porém, mais frequentemente recomendados os solos argilo-arenosos. O pH deve variar de 5,5 (subácido) a 7,5 (subalcalino), demonstrando a boa adaptação da espécie. Além da fertilidade, é fundamental, também, que o solo seja de boa drenagem, uma vez que áreas sujeitas a encharcamento não se adequam ao cultivo da palma. Solos mal drenados, lençol freático raso e presença de camada superficial impermeável são prejudiciais ao bom desenvolvimento da planta (SANTOS et al., 2006). Nos solos da região semiárida brasileira, quando não há um manejo adequado de adubação, a produtividade da palma forrageira é comprometida ao longo do tempo devido a redução da fertilidade (DUBEUX JUNIOR; SANTOS, 2005). A palma bastante exigente em Ca e Mg no solo, não se desenvolvendo bem em solos com baixa saturação de bases e salinos, com altos valores de condutividade elétrica (SAMPAIO, 2005). A cultura da palma tem um elevado potencial de produção e, para expressar esse potencial necessita de tratamentos culturais como adubação, controle de plantas espontâneas e espaçamento adequado, podendo a produção de matéria seca variar de 12 a 47 toneladas a cada dois anos (NASCIMENTO et al., 2002). Quando se prioriza a adubação orgânica, pode-se empregar esterco bovino, ovino ou caprino, na dose 10 a 30 t ha<sup>-1</sup> em fundação e em cobertura a cada dois anos, no período que antecede as primeiras chuvas (SANTOS et al., 2006). Resultados obtidos em estudos realizados com palma forrageira utilizando esterco animal, incrementou a produtividade desta cultura, sendo estes resultados superiores aos obtidos com o uso isolado de fertilizantes químicos (DUBEUX JUNIOR; SANTOS, 2005).

## **1.6 Importância Socioeconômica**

A palma forrageira 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 atividade 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 (EMBRAPA, 2012). É uma cultura detentora de grande potencial, capaz de contribuir positivamente na viabilidade econômica das pequenas e médias propriedades, notadamente na alimentação dos rebanhos (GALINDO et al., 2005). É considerada uma das melhores opções para a produção de forragem em sistema de sequeiro no semiárido, com capacidade de atingir altas produtividades de biomassa por área, sendo a cultura mais estável ao longo do tempo (MENEZES et al., 2005). Embora no Brasil a palma tenha uso quase exclusivo para forragem, vale mencionar que o gênero *Opuntia* produz fruto comestível, conhecido como figo da Índia. Entretanto, em baixas altitudes a planta vegeta e a floração é escassa. Para contornar essa limitação, o IPA introduziu uma coleção de 82 cultivares provenientes do México e avaliou sua adaptabilidade e potencialidade (LEDERMAN, 2005). Diante do exposto, fica clara a importância dessa cactácea para as comunidades rurais do semiárido brasileiro.

### **1.7 Uso da Matéria Orgânica na Adubação da Palma Forrageira**

No Semiárido do Nordeste brasileiro a aplicação de esterco na cultura da palma forrageira é bastante restrita, apesar da criação de ruminantes ser uma das principais atividades econômicas, o homem do campo diante das suas necessidades e falta de conhecimento da importância desse material para as plantas e também por tradição, vendem o esterco produzido pelos animais, para incrementar a renda da família. Técnicas que visam a adição de fertilizantes orgânicos podem promover para uma maior conscientização da importância na matéria orgânica nos cultivos agrícolas (MELO et al., 2009).

A palma responde bem a adubação orgânica, e como os solos do semiárido, em sua maioria, apresentam baixo teor de matéria orgânica, a prática da fertilização é uma necessidade nos cultivos dessa cactácea (SALES et al., 2012). No caso de se optar pela adubação orgânica, pode ser utilizado esterco bovino ou caprino, na quantidade de 10 a 30 t ha<sup>-1</sup> no plantio e a cada dois anos, no período próximo à estação chuvosa. Dubeux Jr. e Santos (2005) recomendaram o uso de 10 a 30 t ha<sup>-1</sup> de esterco bovino após cada colheita, dependendo do espaçamento de plantio utilizado. Santos et al. (2008) observaram resposta linear da produtividade do Clone IPA-20 até 80 t ha<sup>-1</sup> de esterco bovino. Segundo Marques et al. (2015) a adubação com biofertilizante caprino aumenta os teores de bases no solo quando comparada a adubação mineral. E, pode substituir de forma viável a adubação mineral. Nos sistemas agrícolas do semiárido, são fundamentais os manejos e a conservação do solo para a

manutenção adequada das características físicas, químicas e biológicas. O solo deve apresentar quantidade equilibrada de nutrientes, matéria orgânica e microrganismos (BORGES; BETTIOL, 2010).

## Referências

ABDEL MONEM, M. A. S. et al. Using biofertilizers for maize production: response and economic return under different irrigation treatments. **Journal of Sustainable Agriculture**, New York, v. 19, n. 1, p. 41-48, 2001.

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

ALTIERI, M. **Agroecologia: a dinâmica produtiva da agricultura sustentável**. 5. ed. Porto Alegre. Editora da UFRGS, 2009. 117 p.

ALVES, S.B. et al. Trofobiose e microrganismos na proteção de plantas: biofertilizantes e entomopatógenos na citricultura orgânica. **Revista de Biotecnologia, Ciência e Desenvolvimento**, Brasília, v. 4, n. 21, p. 16-21, 2001.

ANDA - **Associação Nacional para Difusão de Adubos**. 2011. Disponível em Acesso em 28 de dezembro de 2017.

ARAÚJO, E. N. et al. Produção do pimentão adubado com esterco bovino e biofertilizante. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 11, n.5, p. 466-470, 2007.

ARAÚJO, L. de F. et al. Equilíbrio higroscópico da palma forrageira: Relação com a umidade ótima para fermentação sólida. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.9, n.3, p.379-384, 2005.

BARBOSA, G.; LANGER, M. Uso de biodigestores em propriedades rurais: uma alternativa à sustentabilidade ambiental. **Unoesc & Ciência – ACSA**, Joaçaba, v. 2, n. 1, p. 87-96, 2011.

BORASTE, A. et al. Biofertilizers: A novel tool for agriculture. **International Journal of Microbiology Research**, v. 1, n. 2, p. 23-31, 2009.

BORGES, F. R. M. et al. Crescimento e Desenvolvimento do Pimentão Híbrido Amarelo sob Energização da Água e Doses de Biofertilizante: Altura e Diâmetro Caulinar. **Inovagri International Meeting**. Fortaleza CE, 2012. p. 1-5.



BORGES, M.; BETTIOL, W. **Agricultura Orgânica**. EMBRAPA MEIO AMBIENTE. Ministério da Agricultura e Abastecimento. 2010, 2 p. Disponível em: [www.cnpma.embrapa.br/informativo](http://www.cnpma.embrapa.br/informativo). Acesso em: 15 de Janeiro de 2018.

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

CAVALCANTI, M.C.A. et al. Consumo e comportamento ingestivo de caprinos e ovinos alimentados com palma gigante (*Opuntia ficus-indica* Mill) e palma orelha-de-elefante (*Opuntia* sp.). **Acta Scientiarum Animal Sciences**. Maringá, v. 30, n. 2, p. 173-179, 2008.

D'ANDREA, P. A.; MEDEIROS, M. B. Biofertilizantes biodinâmicos na nutrição e proteção de hortaliças. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGRICULTURA ORGÂNICA, NATURAL, ECOLÓGICA E BIODINÂMICA, 1, 2002, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: Agroecológica, 2002.

DINIZ NETO, M. A. et al. Mudanças de oiticica irrigadas com águas salinas no solo com biofertilizante bovino e potássio. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.18, n.1, p. 10-18, 2014.

DUBEUX JUNIOR, J. C. B.; SANTOS, M. V. F. **Exigências nutricionais da palma forrageira**. In: Menezes, R. S. C.; Simões, D. A.; Sampaio, E. V. S. B. (eds.). A palma no nordeste do Brasil: conhecimento atual e novas perspectivas de uso. 2.ed. Recife: Editora Universitária da UFPE, 2005.

DUBEX JR, J. C. B. et al. Productivity of *Opuntia ficus-indica* (L) Miller under different N and P fertilizations and plant population in north east Brazil. **Journal of Arid Environments**, v. 67, n. 3, p. 357-372, 2006.

EMBRAPA - (Comunicado Técnico 62). Juiz de Fora, MG, Dezembro, 2010.

ERTHAL, V. J. T. et al. Alterações físicas e químicas de um Argissolo pela aplicação de água residuária de bovinocultura. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 14, n. 5, p.467-477, 2010.

FARIAS, I. et al. Estabelecimento e manejo 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.

FERNANDES, A. L. T. et al. Mineral and organomineral fertirrigation in relation to quality of greenhouse cultivated melon. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 60, n. 1, p. 149-154, 2003.

FIGUEROA, E. A. et al. Dose de esterco de ave poedeira e suprimento de nitrogênio à cultura do trigo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.16, n.7, p.714-720, 2012.

GALINDO, I. C. L. et al. Uso da Palma na Conservação dos Solos. **A palma do Nordeste do Brasil: Conhecimento atual e novas perspectivas de uso**. Editores: Rômulo S. Menezes, Diogo A. Simões, Everardo V. S. B. Sampaio. Recife: Ed. Universitária da UFPE, 2005.

GLIESSMAN, S. R. **Agroecologia: processos ecológicos em agricultura sustentável**. Trad. Maria José Guazzelli. Porto Alegre, UFRGS, 653p. 2000.

HAMOUDI, S. A. A.; LARICH, A. Short-term effect of organic residue incorporation on soil aggregate stability along gradient in salinity in the lower *chelif plain* (Algeria). **African Journal of Agricultural Research**, v. 8, n. 19, p. 2141-2152, 2013.

IZUMI, M. et al. The autophagic degradation of chloroplasts via rubisco-containing bodies is specifically linked to leaf carbon status but not nitrogen status in *Arabidopsis*. **Plant Physiol**, v. 154, p. 1196-1209, 2010.

KOMIYAMA, T. et al. The chemical characteristics of ashes from cattle, swine and poultry manure. **Journal of Material Cycles and Waste Management**, v. 15, n. 1, p. 106-110, 2013.

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.

LEDERMAN, I. Produção de frutos de palma. 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.

LIMA, G. F. C. et al. Effect of different cutting intensities on morphological characteristics and productivity of irrigated nopalea forage cactus. **Acta Horticulturae** (ISHS). v. 1067. p. 253-258, 2015.

LOVATTO, P. B. et al. Efeito da urina de vaca como biofertilizante líquido na produção orgânica de mudas de couve (*Brassica oleraceavar. acephala*). In: 51º CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 2011, Viçosa. **Anais...** Horticultura. Brasileira, v.29, n.2, 2011.

MAGHANAKI, M. M. et al. Potential of biogas production in Iran. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 28, p. 702-714, 2013.

MALAVOLTA, E. et al. **Adubos e adubações**. São Paulo, Editora Nobel 48p. 2002.

MARQUES, J.L. et al. **Efeito da aplicação do biofertilizante de dejetos de caprino no solo e cultura do sorgo**. In: CONGRESSO SOBRE GERAÇÃO DISTRIBUÍDA E ENERGIA NO MEIO RURAL, 10., 2015, São Paulo. **Anais...** São Paulo: Universidade de São Paulo, 2015.

MARROCOS, S. T. P. et al. Composição química e microbiológica de biofertilizantes em diferentes tempos de decomposição. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 25, n. 4, p. 34-43, 2012.

MAZZOLENI, E. M.; NOGUEIRA, J. M. Agricultura orgânica: características básicas do seu produtor. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, Rio de Janeiro, v. 44, n. 2, p. 263-293, 2006.

MEDEIROS, D. C. et al. Produção de mudas de alface com biofertilizantes e substratos. **Horticultura Brasileira**, v. 25, p. 433-436, 2007.

MEDEIROS, R. et al. A adição de diferentes produtos químicos e o efeito da umidade na volatilização de amônia em cama de frango. **Ciência Rural**, v.38, n.8, p.2321-2326, 2008.

MEIRELLES, L. et al. Biofertilizantes enriquecidos, caminho sadio para a nutrição de plantas. Ipê: Centro de nutrição de plantas. **Agricultura Ecológica de Ipê**, 1997. 26 p.

MELO, R.F. et al. Avaliação do Uso de Adubo Orgânico nas Culturas de Milho e Feijão Caupi em Barragem Subterrânea. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 4, n. 2, p. 1-4, 2009.

MENEZES, R. S. C. et al. **A palma no nordeste do Brasil – conhecimento atual e novas perspectivas de uso**. Recife, PE: Ed. Universitária, UFPE, 258p. 2005.

MORAES, J. G. V. **Biofertilizantes: identificação das barreiras regulatórias e propostas para viabilizar esse insumo agrícola**. 2015. 81 f. Dissertação (Mestrado em Agronegócio) - Escola de Economia de São Paulo da Fundação Getúlio Vargas, São Paulo.

NASCIMENTO, A.C.O. et al. Desempenho da palma forrageira (*Opuntia ficus indica* Mill) submetida a diferentes níveis de adubação em Sertânia-PE. In: CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTIFICA UFRPE. Recife. **Anais...** Recife: Universidade Federal Rural do Pernambuco, 2002.

NEVES, A. L. A. et al. **Plantio e uso da palma forrageira na alimentação de bovinos leiteiros no semiárido brasileiro**. Juiz de Fora, MG: Embrapa Gado Leiteiro, 2010. 7 p. (Embrapa Gado Leiteiro. Comunicado Técnico, 62).

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

OLIVEIRA, A. N. P. et al. Yield of gherkin in response to doses of bovine manure. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 27, n. 1, p. 100-102, 2009.

OWAMAH, H. et al. Fertilizer and sanitary quality of digestate biofertilizer from the codigestion of food waste and human excreta. **Waste Management**, v. 34, n. 4, p. 747-752, 2014.

PARAWIRA, W. **Anaerobic treatment of agricultural residues and wastewater**. Doctoral Dissertation- Lund University, Sweden, 2004. 59 p.

PARÉ, T. et al. Transformations of carbon and nitrogen during composting of animal manure and shredded paper. **Biology and Fertility of Soils**, v. 26, n. 3, p. 173-178, 1998.

PATIL, N. M. Biofertilizer effect on growth, protein and carbohydrate content in stevia rebaudiana varbertoni. **Recent Research in Science and Technology**, v.2, p. 42-44, 2010.

PREEZ, C. et al. Land use and soil organic matter in South Africa 2: A review on the influence of arable crop production. **South African Journal of Science**, v.107, p.35-42, 2011.

PRIMAVESI, A. C. et al. Adubação nitrogenada em capim Coastcross: efeitos na extração de nutrientes e recuperação aparente do nitrogênio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 33, n. 1, p. 68-78, 2004.

PROBST, R. et al. Produção de mudas de espécies forrageiras no sistema hidropônico de leite flutuante (floating) com solução nutritiva à base de biofertilizante ou adubo solúvel. **Acta Scientiarum Animal Sciences**, v. 31, n. 4, p. 349-355, 2009.

RAMOS, J. P. F. et al. Crescimento vegetativo de *Opuntia ficus-indica* em diferentes espaçamentos de plantio. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 24, n. 3, p. 41-48, 2011.

RESTREPO RIVERA, J. **Manual práctico**. El A, B, C de la Agricultura Organica y Harina de Roca, 2014. 84 p.

ROBERTO, J.V.B.; SOUZA, B. B. Fatores ambientais, nutricionais e de manejo e índices de conforto térmico na produção de ruminantes no semiárido. **Revista Verde**, v.6, n.2, p. 8-13, 2011.

SALES, A. T. et al. Eficiência de Utilização da Adubação Orgânica pela Palma Forrageira em Função da Densidade Populacional. **Revista Científica de Produção Animal**, v. 14, n. 1, p. 32-35, 2014.

SAMPAIO, E. V. S. B. Fisiologia da palma 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.

SANTOS, D. C. et al. **Manejo e utilização da palma forrageira (*Opuntia e Nopalea*) em Pernambuco**.(IPA. Documentos, 30). 48p. Recife: 2006.

SANTOS, D.C. et al. **A palma forrageira (*Opuntia ficus indica* Mill e *Nopalea cochenillifera* Salm Dyck) em Pernambuco: cultivo e utilização**.(IPA. Documentos, 25). Recife: IPA, 23 p. 1997.

SCHEINVAR, L. Taxonomia das *Opuntias* utilizadas. In: **Agroecologia, cultivos e usos da palma Forrageira**. Estudo da FAO em produção e proteção vegetal N.132 SEBRAE/PB, 2001.

SCHUMACHER, M. V. et al. Influência do vermicomposto na produção de mudas de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 11, n. 2, p. 121-130, 2001.

SILVA, M. L. N. et al. Efeito do biofertilizante bovino aeróbico na cultura do feijão caupi. **Revista Agropecuária Científica no Semiárido**, v.9, n.1, p. 110-116, 2013.

SOUZA, J. A. R. et al. Avaliação de Frutos de Tomate de Mesa Produzidos com Efluente do Tratamento Primário da Água Residuária da Suinocultura. **Engenharia na Agricultura**, Viçosa, v. 18, n. 3, p. 198-207, 2010.

SOUZA, L. S. B. et al. **Indicadores climáticos para o zoneamento agrícola da palma forrageira (*Opuntia* sp.)**. In: Jornada de iniciação científica da Embrapa semiárido, 3, 2008, Petrolina. Documentos 210. Anais. Petrolina: Embrapa Semi-Árido, p. 23-28, 2008.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 3ª edição. Porto Alegre: Artmed. 719p. 2004.

TRANI, P. E. et al. **Adubação Orgânica de Hortaliças e Frutíferas**. Campinas (SP) fevereiro de 2013. 16 p.

VASCONCELOS, A.G.V. et al. Seleção de clones de palma forrageira resistentes à cochonilha o carmim (*Dactylopius ceylonicus*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 38, n. 5, p. 827-831, 2009.

VILLELA JÚNIOR, L. V. E. et al. Comportamento do meloeiro em cultivo sem solo com a utilização de biofertilizante. **Horticultura Brasileira**, v. 21, n. 2, p. 154-158, 2003.

VOLPATO, C.; BELLÉ, N. **Biofertilizantes enriquecidos: caminho da nutrição e proteção das plantas**. Ipê: Centro de Agricultura Ecológica, CAE Ipê. 12p. 1997.

## CAPÍTULO II

### Desempenho agronômico de clones de palma forrageira em função do tipo de adubo orgânico

**Resumo** - Objetivou-se avaliar o desempenho agronômico entre clones de palma forrageira irrigada com água salina com base na ETc, e diferentes doses de biofertilizante à base de esterco caprino (BioCapri). O experimento foi conduzido em vasos de 21L no ‘Centro de Referência Internacional de Estudos Agrometeorológicos de Palma e outras Plantas Forrageiras’ na UAST/UFRPE – Serra Talhada, Pernambuco. Os clones Orelha de Elefante Mexicana (OEM) e Miúda (MIU) foram dispostos em DIC, em esquema fatorial 5+1x2, (BioCapri) (0 mL; 50 mL; 100 mL; 150 mL e 200 mL planta<sup>-1</sup> mês<sup>-1</sup>) e uma dose de esterco (180cm<sup>3</sup> planta<sup>-1</sup>), em nove repetições. O BioCapri foi aplicado entre junho e novembro de 2017. Dados morfológicos das plantas e dos cladódios foram coletados ao longo do tempo, e a massa fresca por planta na ocasião da colheita. Verificou-se que a aplicação do BioCapri não interferiu na maioria das características morfogênicas e na produção de biomassa fresca da palma forrageira ( $p > 0,05$ ). Entre os clones, a OEM destacou-se na produção de massa fresca, enquanto a MIU possuiu maior espessura e comprimento de cladódios. Conclui-se que, a aplicação de doses até 200 mL de BioCapri pouco contribuíram para o rendimento da palma forrageira.

**Palavras-chave:** Irrigação, Orelha de Elefante Mexicana, Miúda.

## **Biofertilizer on agronomic performance of forage cactus clones**

**Abstract** - The objective of this study was to evaluate the agronomic performance between forage cactus clones irrigated with saline water based on ETc, and different doses of biofertilizer based on goat manure (BioCapri). The experiment was conducted in 21L pots at the 'International Reference Center for Agrometeorological Studies of Palma and other Forage Plants' at UAST/UFRPE - Serra Talhada, Pernambuco. The Orelha de Elefante Mexicana (OEM) and Miúda (MIU) clones were prepared in DIC (0 mL, 50 mL, 100 mL, 150 mL and 200 mL plant<sup>-1</sup> month<sup>-1</sup>) and a dose of manure (180 cm<sup>3</sup> plant<sup>-1</sup>), in nine replicates. BioCapri was applied between June and November 2017. Morphological data of the plantlets of cladodes were collected over time and fresh mass per plant at harvest. It was verified that the application of BioCapri did not interfere in the majority of the morphogenic characteristics and in the production of fresh biomass of the forage palm ( $p > 0.05$ ). Among the clones, the OEM stood out in the production of fresh mass, whereas the MIU had greater thickness and length of cladodes. It was concluded that the application of doses up to 200 mL of BioCapri contributed little to the yield of the forage cactus.

**Key words:** Irrigação, Orelha de Elefante Mexicana, Miúda.



## Introdução

As regiões áridas e semiáridas cobrem cerca de 1/3 da superfície terrestre e possui quase 400 milhões de pessoas. O Semiárido brasileiro abrange uma área de 92,5 milhões de hectares, o que corresponde a aproximadamente 10% do território nacional, onde a pecuária se destaca como uma das principais atividades econômicas (ANDRADE et al., 2014). Esta região possui elevada escassez hídrica, por causa das irregularidades das chuvas, alta taxa evaporativa ( $> 2.800\text{mm ano}^{-1}$ ) e solos rasos com baixa capacidade de retenção de umidade, influenciando diretamente na disponibilidade e na qualidade de forragem (SILVA et al., 2014). Por este motivo, a pecuária representa uma das atividades rurais com alta resiliência às condições ambientais do semiárido, quando comparada aos cultivos agrícolas, promovendo segurança alimentar e estabilidade econômica local.

O Semiárido brasileiro é ocupado predominantemente pelo bioma Caatinga, que nas últimas décadas vem sofrendo processo de degradação, intensificado também pelo avanço da pecuária (NOGUEIRA; SIMÕES, 2009). Segundo Oliveira et al. (2010), o futuro desses ecossistemas depende do manejo sustentável, com modelos agrícolas fundamentados no uso de cultivos adaptados. Neste contexto, a palma forrageira torna-se um alimento estratégico para os animais, já que outras forrageiras tendem a possuir baixa produção nos períodos de estiagem (CAVALCANTE et al., 2007).

A alta tolerância da palma a ambientes com estresse hídrico é resultado de suas características bioquímicas, anatômicas, morfológicas e fisiológicas (CÂNDIDO et al., 2013), conferidas pelo metabolismo ácido das crassuláceas (MAC). A palma forrageira apresenta alta eficiência produtiva, necessitando de quantidades mínimas de água para altos rendimentos (LIMA et al., 2015). A cultura também responde bem a aplicação de eventos de irrigação em regiões semiáridas (QUEIROZ et al., 2016; PEREIRA et al., 2017). Quando os índices pluviométricos são mal distribuídos, faz-se necessário o uso de irrigação para atender à necessidade hídrica da cultura nos períodos de seca (MERWER et al., 1997). Entretanto, a prática da irrigação nessas regiões pode intensificar o processo de salinização do solo, consequência do uso de águas com grande concentração de sais e manejo inadequado. O uso de água salina na irrigação tem sido um desafio para produtores rurais e pesquisadores, que constantemente desenvolvem estudos para possibilitar o uso de água de qualidade inferior sem afetar a produtividade dos cultivos (NASCIMENTO et al., 2015).

A elaboração de pesquisas que minimizem os efeitos negativos da salinidade da água no solo no desenvolvimento e na produtividade das culturas é de extrema importância

(SOUZA et al.,2008). Os modelos de agricultura sustentável dependem da manutenção de níveis adequados ou de incorporação de matéria orgânica ao solo, especialmente em regiões semiáridas (FIALHO et al., 2013). Soares & Galbiati (2012) afirmaram que resíduos oriundos dos sistemas de produção animal constituem adubos orgânicos com potencial para aplicação na agricultura.

Uma das formas de atenuar os efeitos deletérios dos sais às plantas, visando incrementar o teor de substâncias húmicas no solo, é o uso biofertilizante, ou seja, simples mistura de água e esterco submetido ao processo de fermentação, decorrente da atividade dos microrganismos na decomposição da matéria orgânica e complexação de nutrientes (DINIZ NETO et al., 2014; LOVATTO et al., 2011). Este tipo de produto estimula a multiplicação da biota no solo, promovendo a liberação de nutrientes o que resulta em maior desenvolvimento das plantas (PATIL, 2010). Os biofertilizantes têm sido empregados no setor agrícola proporcionando inúmeros benefícios como melhoria do crescimento e desenvolvimento das plantas, equilíbrio nutricional, preservação das interações biológicas, e promoção de maior eficiência nutricional e fotossintética das plantas e, com isso, maior produtividade e qualidade dos cultivos (MORAES, 2015).

Informações do uso de biofertilizantes líquidos em cultivos de palma são limitadas, justificando o seu estudo com vistas ao seu emprego como adubo alternativo. Acredita-se que o uso de biofertilizante em cultivos de palma diminui os efeitos da salinidade no solo e aumenta a eficiência no uso da água e de nutrientes, melhorando assim, a produtividade da cultura. Nesta pesquisa foi investigado o desempenho agrônômico de dois clones de palma forrageira irrigados com água salina submetidos a diferentes doses de biofertilizante caprino (BioCapri).

## **Material e Métodos**

O experimento foi conduzido em vaso, de dezembro de 2016 a novembro de 2017 no ‘Centro de Referência Internacional de Estudos Agrometeorológicos de Palma e outras Plantas Forrageiras’ na Unidade Acadêmica de Serra Talhada da Universidade Federal Rural de Pernambuco. O local está situado na região semiárida do Nordeste brasileiro, na microrregião do Pajeú, no sertão do Estado da Pernambuco, município de Serra Talhada (Coordenadas geográficas: 07°59'31" S, 38°17'54" W e 429m). O clima do município, segundo a classificação de Köppen, é do tipo BSw<sup>h</sup>, ambiente semiárido com temperaturas elevadas e com período chuvoso entre as estações do verão e do outono. Os dados climáticos do

município são apresentados na Tabela 1. Os índices totais de precipitação pluviométrica e evapotranspiração durante o período experimental, estão expostos na Figura 1.

A água utilizada para irrigação foi proveniente de um poço artesiano tipo tubular localizado na unidade, sendo classificada como C3 (RICHARDS, 1954), água de alta salinidade (Condutividade elétrica - CE entre 0,75 e 2,25 dS m<sup>-1</sup> a 25°C), apresentando CE= 1,62 dS m<sup>-1</sup>, pH = 6,84; Na<sup>+</sup> = 0,1509 mg L<sup>-1</sup> e K<sup>+</sup> = 0,008440 mg L<sup>-1</sup>.

Os eventos de irrigação foram conduzidos por meio de um sistema de irrigação localizado por gotejamento, com emissores individuais posicionados a uma distância de 0,1 m das plantas, operando com uma pressão de 1 kgf cm<sup>-2</sup> e vazão média de 10 L h<sup>-1</sup>. A irrigação foi realizada, uma vez por semana, com base na evapotranspiração da palma (ETc) calculada a partir do produto entre a evapotranspiração de referência (ETo) e o coeficiente de cultura (kc) da palma forrageira para cada fase de desenvolvimento (QUEIROZ et al., 2016). A ETo foi estimada a partir dos dados diários de radiação solar global, temperatura do ar e umidade relativa média do ar, pressão atmosférica e velocidade do vento, obtidos na estação meteorológica localizada na Unidade Acadêmica de Serra Talhada, e da aplicação da equação de Penman-Monteith parametrizada conforme o Boletim 56 da FAO (ALLEN et al., 1998).

O solo utilizado como substrato dos vasos foi classificado como Cambissolo Háplico Ta Eutrófico Típico (EMBRAPA, 2013). Antes e após a instalação do experimento foram coletadas amostras simples até profundidade de 0,20 m. Estas subamostras foram homogeneizadas e transformadas em amostras compostas e analisadas no laboratório da Estação Experimental de Cana-de-açúcar de Carpina-PE, para determinação dos atributos químicos do solo (Tabela 3).

O ensaio foi conduzido em vasos com capacidade de 21L (Dimensões: Altura = 31 cm, Largura Superior = 39 cm, Largura Inferior = 25 cm) com uma planta em cada. Na base dos vasos foram abertos orifícios e colocadas telas de nylon para facilitar a drenagem da água de irrigação ou precipitação pluvial sem perda de solo. O plantio nos vasos foi realizado em dezembro de 2016, quando cladódios maduros com cerca de dois anos de idade foram colhidos da porção mediana da planta mãe. Os cladódios permaneceram à sombra durante 15 dias para posterior plantio com cerca de 50% da extremidade inferior inserida na superfície do solo.

Para a adubação orgânica de um dos tratamentos testemunha, utilizou-se o volume de 180 cm<sup>3</sup> planta<sup>-1</sup> de esterco caprino curtido (considerando a área em m<sup>2</sup> do vaso), aplicado em fundação. A quantidade de esterco foi a mesma recomendada por Lira et al. (2006), equivalente a 25 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> de adubo orgânico em um sistema de produção em sequeiro.

O esterco caprino utilizado para o preparo do BioCapri foi coletado na Fazenda Roça Velha no município de Floresta-PE, por se tratar de uma propriedade que cria exclusivamente caprinos em sistema extensivo. O biofertilizante foi preparado em caixas de polietileno com capacidade de 310 L, sendo constituído por Esterco (30%), Água (65%), Melaço de cana (1%), Leite bovino (1%), Cinza vegetal (1%), Extrato de fruta (goiaba) (1%) e Pó-de-rocha (1%). A fermentação do produto ocorreu da forma aeróbica (presença de oxigênio) durante o período de trinta dias, onde o mesmo foi revolvido duas vezes ao dia. A análise química do BioCapri foi realizada no Laboratório de Análises Solo e Planta (LASP), Petrolina-PE, sendo apresentada na Tabela 2.

O modelo estatístico utilizado foi delineamento experimental inteiramente casualizado, em esquema fatorial  $5+1 \times 2$ , com cinco doses de biofertilizante líquido a base de esterco caprino (BioCapri) (0 mL; 50 mL; 100 mL; 150 mL e 200 mL planta<sup>-1</sup> mês<sup>-1</sup>) e uma dose de esterco caprino como testemunha (180 cm<sup>3</sup> planta<sup>-1</sup>) aplicados para dois clones de palma forrageira, Orelha de Elefante Mexicana (*Opuntia stricta* (Haw.) Haw.) e Miúda (*Nopalea cochenillifera* SalmDyck), com 9 repetições, totalizando 12 tratamentos e 108 unidades experimentais.

As aplicações do BioCapri foram realizadas mensalmente, iniciando em junho de 2017 e finalizando em novembro de 2017. O produto foi aplicado no solo úmido, próximo ao colo da planta utilizando uma proveta graduada.

Os tratos culturais, quando necessários, também foram conduzidos para controle de plantas espontâneas. Além disso, realizou-se uma aplicação de ácido fosfórico para efetuar a limpeza do sistema de irrigação. O controle fitossanitário (fungos e bactérias de solo) foi efetuado antes do plantio, por meio da seleção e tratamento dos cladódios com hidróxido de cobre a 0,2%. Não houve necessidade da aplicação de produtos fitossanitários durante o período do ensaio, em virtude de não ter havido sinais de ataque de pragas, porém houve registros isolados de danos às plantas atribuídos a doença bacteriana conhecida por podridão mole (*Erwinia carotovora*).

Para a avaliação dos tratamentos foi realizado o monitoramento biométrico, em quatro plantas por tratamento, previamente sorteadas, totalizando 48 plantas. As mensurações foram efetuadas a cada trinta dias, no período de 160 a 330 dias após o plantio (DAP), perfazendo um total de seis biometrias, sendo uma antes e cinco após a aplicação do BioCapri entre junho de 2017 e novembro de 2017. Nestas campanhas foram monitoradas as seguintes variáveis biométricas: Altura (AP) e largura da planta (LP), número total de cladódios por planta (NCT) e de suas respectivas ordens de surgimento (1ª, 2ª, etc.) e os comprimentos (CC), larguras

(LC), perímetros (PC) e espessuras dos cladódios (EC). A AP, LP, CC, LC e PC foram obtidas por meio de fita métrica e a EC por um paquímetro mecânico. Com os dados biométricos dos cladódios foram estimadas a área do cladódio e o índice de área do cladódio pela metodologia proposta por Silva et al. (2014). Na medição de altura da planta, considerou-se desde a extremidade do cladódio mais alto até o solo, e a largura e o comprimento da planta, sendo as maiores extremidades. Para as mensurações dos cladódios foram considerados todas as unidades emitidas por planta.

Em novembro de 2017, as plantas foram colhidas individualmente preservando o cladódio basal, sendo cortados todos os primários, secundários e terciários. A biomassa foi pesada com auxílio de balança eletrônica. Duas unidades de cladódios por planta foram amostradas, adotando-se procedimentos citados por Silva et al. (2014) e, em seguida, fragmentados, colocados em sacos de papel devidamente identificados e acondicionados em uma estufa de circulação forçada a 65°C, até obtenção da massa seca constante.

Os dados biométricos e de massa fresca por planta foram submetidos a testes de Normalidade e Homocedasticidade, seguida, da análise de variância, teste de médias de Tukey ou de regressão ao nível de 5% de significância, pela ferramenta computacional XLSTAT®.

## **Resultados e Discussão**

Na Figura 1 são demonstradas a variação espacial da precipitação pluviométrica e da umidade relativa média no período de condução do ensaio. O município de Serra Talhada é caracterizado por níveis pluviométricos abaixo de 700 mm ano<sup>-1</sup>, concentrados entre o verão e o outono. Com base nessas informações, percebe-se que a região do sertão do Pajeú possui um grande potencial produtivo para a cultura palma forrageira.

Na análise qualitativa, quando considerou-se os tratamentos Esterco, BioCapri e Clones, verificou-se que algumas variáveis como altura (AP) e largura (LP) das plantas não sofreram influência do fator clone, bem como do biofertilizante e do esterco. Souza (2000), utilizando diferentes concentrações do biofertilizante Supermagro e esterco bovino, também não verificou diferença para altura de plantas de pimentão. A altura das plantas observada neste ensaio, diverge dos dados encontrados por Silva (2012), que obteve altura de 136,5 cm para o clone IPA-20 sob adubação orgânica com 80 t ha<sup>-1</sup> e 2 anos de idade.

Outra variável influenciada foi número total de cladódios (NCT), onde verificou-se diferenças apenas entre os clones, não sendo observada diferença significativa entre os tratamentos com biofertilizante e esterco. Peixoto (2009), em trabalho com palma gigante,

encontrou 11,6 cladódios por planta aos 720 dias após o plantio, utilizando adubação orgânica de 20 t ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> e o valor de 8,9 cladódios por planta sem adubação. No presente trabalho, o clone Miúda aos 330 dias, para a mesma dose de esterco, alcançou 9,0 cladódios por planta, atingindo até 11,8 cladódios por planta para a dose de 100 mL de BioCapri.

Não houve diferença significativa entre os tratamentos Biofertilizante/Esterco, no número de cladódios de 1ª ordem (NC1) para ambos os clones. Já considerando o tratamento clone, observamos diferença significativa para a dosagem de 150 mL de biofertilizante. Na análise quantitativa, quando considerou-se apenas o efeito das doses de biofertilizante, o clone OEM apresentou maior quantidade de cladódios de 1ª ordem, quando comparado ao clone MIU ( $p < 0,05$ ). O número de cladódios de 1ª ordem foi superior para o clone OEM sob todas as doses de biofertilizante mais o esterco, bem como para o clone MIU sob 100 mL do BioCapri ( $p < 0,05$ ).

Ainda na análise quantitativa, quando considerou-se apenas o efeito das doses de biofertilizante, houve efeito positivo no número dos cladódios de 2ª ordem para o clone MIU. O clone MIU possuiu maior emissão de cladódios de 2ª ordem, enquanto que no clone OEM teve esse número reduzido com a aplicação do BioCapri.

Houve interação entre o BioCapri/Esterco e o clone MIU no comprimento do cladódio(CC) para todas as dosagens. O comprimento do cladódio do clone MIU superou as dimensões do clone OEM em todas os tratamentos com biofertilizante e esterco.

Foi observada diferença significativa entre os clones para a variável largura do cladódio (LC), tendo o clone OEM se destacado em relação ao clone MIU. Esta variável biométrica pode ter sofrido maior influência do fator clone, visto, que essa é uma característica afetada diretamente pelo genótipo.

Avaliando a espessura dos cladódios (EC), foi verificado diferença significativa entre as diferentes dosagens do biofertilizante e o esterco para o clone MIU, sugerindo que a utilização do BioCapri pode substituir o esterco, sem decréscimo nesta variável. Já para o clone OEM, observamos que só houve incremento na EC com dosagens de 0 mL, 200 mL e uso do esterco, sugerindo que para esta variável estes seriam os tratamentos que se sobressaíram. Em geral a espessura do cladódio do clone MIU supera as dimensões da OEM.

Para o perímetro dos cladódios (PC) houve diferença significativa considerando uso do biofertilizante ou esterco no clone MIU, tendo maiores dimensões na dosagem de 50 mL. Já para o clone OEM os melhores resultados foram para as dosagens de 0 mL, 50 mL e 200 mL, juntamente com o esterco.

O clone OEM, apresentou maiores magnitudes na variável área dos cladódios (AC), estas respostas podem estar correlacionadas com as características anatômicas de cada clone. Quando considerou-se os tratamentos com os fertilizantes orgânicos, observou-se que no clone MIU o esterco e as dosagens de 0 mL, 50 mL e 200 mL do biofertilizante se sobressaíram das demais.

O índice de área do cladódio (IAC) foi influenciado diretamente pelo fator clone, sendo observado no clone OEM um maior incremento desta variável, o que pode estar relacionado com diferenças morfológicas do genótipo. Segundo Donato et al. (2014), o IAC é fundamental na determinação da área fotossintética ativa da planta, pois indica a capacidade da planta interceptar a radiação solar eficientemente e transformá-la em produção de matéria seca. Quando foram considerados os tratamentos com os fertilizantes orgânicos dentro de cada clone, foi verificado que o clone OEM obteve melhores resultados de IAC sem a utilização dos fertilizantes. Em contra partida, o clone MIU obteve melhor desempenho com esterco e o biofertilizante nas dosagens de 50 mL e 100 mL. Isto mostra que a palma responde muito bem a diferentes modalidades de adubação orgânica e sugeri que nestas concentrações, o uso do BioCapri pode substituir o esterco. Diferentes condições podem favorecer o aumento do IAC, como adubação, irrigação, densidade de plantas, espaçamento, entre outros (FLORES-HERNÁNDEZ et al., 2004). No clone MIU, a aplicação de pelo menos 50 mL do biofertilizante aumentou as dimensões da maioria das variáveis. Isto pode ser um indicativo que a cultivar MIU responde positivamente, em pequenas doses do BioCapri.

O biofertilizante não afetou a produção massa fresca da planta, e foram verificadas maiores magnitudes para o clone OEM, não havendo efeito de interação entre os fatores. Este comportamento pode estar relacionado ao período de emissão desses cladódios, cuja as brotações ocorreram em meses com temperatura e demanda evapotranspirativa muito elevadas. O clone OEM apresentou maior potencial de acúmulo de massa fresca do que o clone MIU, estes resultados corroboram com os obtidos por Cunha et al. (2012). Com a utilização do sistema de vasos, e aos 12 meses após o plantio, as estimativas de massa fresca (MF) para os dois genótipos variaram de 1450g a 2450gplanta<sup>-1</sup>, valores considerados baixos para este período. Uma vez que Rocha et al. (2016) em condições de campo no município de Curaçá-BA, relataram a estimativa de massa fresca da palma forrageira aos 16 meses após o plantio, valores de 7,68; 15,27 e 8,64 kg de MF<sup>-1</sup>planta<sup>-1</sup>. Estes resultados podem estar relacionados ao lento crescimento inicial da palma forrageira plantada em vaso.

Segundo Silva et al. (2015) a maior eficiência produtiva do clone OEM em comparação com o clone MIU se deve ao maior índice de área de cladódio (IAC) do clone OEM. Com base

nos resultados, entende-se que o BioCapri não remediou o efeito da salinidade sobre a maioria dos parâmetros estudados. Estes resultados divergem daqueles obtidos por Campos & Cavalcante(2009), os quais mostraram o efeito positivo do biofertilizante no pimentão. Segundo Vessey (2003), os biofertilizantes estimulam a formação de ácidos nucleicos, proteínas e solutos orgânicos que contribuem para o crescimento vegetal. A ausência de efeito do biofertilizante sobre alguns parâmetros de crescimento da cultura pode estar associado à o intervalo de aplicação utilizado para esta cultura.

Em relação a comparação dos parâmetros químicos do solo antes e depois dos tratamentos, foi observado uma pequena acidificação do pH nos tratamentos com o esterco e o biofertilizante para ambos os clones. Este comportamento pode estar relacionado a influência da matéria orgânica no solo, principalmente na agregação e consistência, capacidade de retenção de água e capacidade de tamponamento, estabilizando assim os valores de pH (AZLAN et al.,2012).

Foi observado também um aumento dos valores do elemento sódio (Na), isto pode ter relação direta com a água utilizada para irrigação e preparo do biofertilizante, que tem em sua composição 0,1509 mg L<sup>-1</sup> de Na. Outro elemento que teve um aporte considerável no solo foi o magnésio, este comportamento também pode estar relacionado a água utilizada.

### **Conclusões**

O uso de biofertilizante à base de esterco caprino pouco contribuiu para o acúmulo de matéria fresca pela palma forrageira. A Orelha de Elefante Mexicana do gênero *Opuntia*, nas condições estabelecidas no ensaio apresentou maior desempenho na produção de massa fresca em comparação ao clone miúda do gênero *Nopalea*.



## Referências

ALLEN, R. G. et al. **Crop evapotranspiration: Guidelines for computing crop water requirements**. Rome: FAO, 1998. 300 p. (FAO – Irrigation and Drainage Paper, 56).

ALVES, G. S. et al. Estado nutricional do pimentão cultivado em solo tratado com diferentes tipos de biofertilizante. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 31, p. 661-665, 2009.

ANDRADE, A. P. et al. Chemical nutritional composition of maniçoba (*Manihot* sp.) and its relationship with soil chemical characteristics. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 43, n. 2, p. 161-168, 2014.

AZLAN A. et al. Evaluation of minerals content of drinking water in Malaysia. **The Scientific World Journal**, v. 2012, p. 1-10, 2012.

BORGES, F. R. M. et al. Crescimento e Desenvolvimento do Pimentão Híbrido Amarelo sob Energização da Água e Doses de Biofertilizante: Altura e Diâmetro Caulinar. **INOVAGRI International Meeting**. Fortaleza CE, 2012.

CAMPOS, V. B.; CAVALCANTE, L. F. Salinidade da água e biofertilizante bovino: efeito sobre a biometria do pimentão. **Holos**, v.2, p. 10-20, 2009.

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

CAVALCANTE, L. F. et al. Crescimento de mudas de maracujazeiro amarelo em solo salino com esterco bovino líquido fermentado. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v. 4, n. 4, p. 414-420, 2007.

CAVALCANTI, M. C. A. et al. Consumo e comportamento ingestivo de caprinos e ovinos alimentados com palma gigante (*Opuntia ficus indica* Mill) e palma orelha de elefante (*Opuntia* sp). **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, Maringá, v. 30, n. 2, p. 173-179, 2008.

CUNHA, D. N. F. V. et al. Morfometria e acúmulo de biomassa em palma forrageira sob doses de nitrogênio. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 13, p. 1156-1165, 2012.

DINIZ NETO, M. A. et al. Mudanças de oiticica irrigadas com águas salinas no solo com biofertilizante bovino e potássio. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.18, n.1, p. 10-18, 2014.

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

DUBEUX JR, J. C. B. et al. Productivity of *Opuntia ficus indica* (L.) Miller under different N and P fertilization and plant population in north-east Brazil. **Journal of Arid Environments**, v. 67, n. 3, p. 357-372, 2006.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2013. 306p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). **Manual de métodos de análises de solo**. 2. ed. Rio de Janeiro: Ministério da Agricultura e do Abastecimento, 1997. 212 p.

ERTHAL, V. J. T. et al. Alterações físicas e químicas de um Argissolo pela aplicação de água residuária de bovinocultura. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 14, n. 5, p.467-477, 2010.

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

FLORES-HERNÁNDEZ, A. et al. Yield and physiological traits of prickly pear cactus ‘nopal’ (*Opuntia* spp.) cultivars under drip irrigation. **Agricultural Water Management**, v.70, n. 2, p.97-107, 2004.

GALBIATTI, J.A. et al. Efeitos de diferentes doses e épocas de aplicação de efluente de biodigestor e da adubação mineral em feijoeiro-comum (*Phaseolus vulgaris* L.) submetido a duas lâminas de água por irrigação por sulco. **Científica**, Jaboticabal, v.24, n.1, p.63-74, 1996.

LIMA, G.F.C. et al. Palma Forrageira irrigada e adensada: uma reserva Forrageira estratégica para o Semiárido Potiguar. EMPARN. Parnamirim, Rio Grande do Norte, Brasil, 2015.

LIRA, M. A. et al. Utilização da palma forrageira na pecuária leiteira do semiárido. **Anais da Academia Pernambucana de Ciência Agrônômica**, Recife, v. 2, p. 107-120, 2006.

LOVATTO, P. B. et al. Efeito da urina de vaca como biofertilizante líquido na produção orgânica de mudas de couve (*Brassica oleracea* var.acephala). In: 51º Congresso brasileiro de olericultura, 2011, Viçosa. **Anais... Horticultura. Brasileira**, v.29, n.2, 2011.

MALAVOLTA, E., GOMES, F. P., ALACARDE, J.C. Adubos & adubações: adubos minerais e orgânicos, interpretação da análise do solo. São Paulo: Nobel, 2002. 200p.

MEDEIROS, M. B.; LOPES J. R. Biofertilizantes líquidos e sustentabilidade agrícola. **Bahia Agrícola**, v. 7, n.3, p. 1-3, 2006.

MELO, F. et al. Avaliação do uso de adubo orgânico nas culturas de milho e feijão caupi em barragem subterrânea. VI Congresso brasileiro de agroecologia. **Anais... Curitiba**, Nov. 2009.

MERWER, L. L. V. D.; WESSELS, A. B.; FERREIRA, D. I., Supplementary irrigation for cactus pear. In: CONGRESS ON CACTUS PEAR AND COCHINEAL. 3., 438, 1997. Midrand, **Resumos...Midrand: ISHS Acta Horticultura**, 1997. p. 77-81.

MORAES, J. G. V. **Biofertilizantes: identificação das barreiras regulatórias e propostas para viabilizar esse insumo agrícola**. 2015. 81 f. Dissertação (Mestrado em Agronegócio) - Escola de Economia de São Paulo da Fundação Getúlio Vargas, São Paulo.

NASCIMENTO, I.B. et al. Desenvolvimento inicial da cultura do pimentão influenciado pela salinidade da água de irrigação em dois tipos de solos. **Agropecuária Científica no Semiárido**, v. 11, n. 1, p. 37-43, 2015.

NOGUEIRA, F. R. B.; SIMÕES, S. V. D. Uma abordagem sistêmica para a agropecuária e a dinâmica evolutiva dos sistemas de produção no nordeste semiárido. **Revista Caatinga**, v. 22, n. 2, p. 1-6, 2009.

OLIVEIRA, F.T. et al. 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.

PATIL, N. M. Biofertilizer effect on growth, protein and carbohydrate content in stevia rebaudiana var bertonii. **Recent Research in Science and Technology**, v.2, p.42-44, 2010.

PEIXOTO, M. J. A. **Crescimento vegetativo, produção e composição química bromatológica da palma forrageira consorciada com cajá (*Spondias* spp.)**. 2009. 77 f. Tese de Doutorado. Universidade federal do Ceará. Fortaleza-CE, 2009.

PEREIRA, P.C. et al. Balanço de água no solo cultivado com clones de palma forrageira sob Irrigação. **Revista Caatinga**, v. 30, n. 3, p. 776-785, 2017.

QUEIROZ M.G. et al. Relações hídrico-econômicas da palma forrageira cultivada em ambiente Semiárido. **Irriga**, v. 4, p. 141-154, 2016.

ROCHA, R. S. **Caracterização estrutural e produtividade de genótipos da palma forrageira irrigada em diferentes intervalos de corte**. 2016. 44 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal). Universidade Federal do Vale do São Francisco. Petrolina-PE.

RICHARDS, L.A. **Diagnosis and improvement of saline and alkali soils**. Washington: US Department of Agriculture, 1954. 160p. USDA Agricultural Handbook, 60.

SILVA, L. M. et al. Produtividade da palma forrageira cultivada em diferentes densidades de plantio. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.44, n.11, p. 2064-2071, 2014.

SILVA, N.G.M. **Produtividade, morfometria e acúmulo de nutrientes da palma forrageira sob doses de adubação orgânica e densidades de plantio**. 2012. 97f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal Rural de Pernambuco.

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

SOARES, S.R. E.; GALBIATTI, J.A. Efeito da aplicação de água residuária de suinocultura na *Brachiaria brizantha* 'Marandu'. **Revista Colombiana de Ciência Animal**, v. 4, n. 1, p. 185-203, 2012.

SOUSA, G. B. et al. Salinidade do substrato contendo biofertilizante para formação de mudas de maracujazeiro irrigado com água salina. **Revista Caatinga**, v. 21, n. 2, p. 172-180, 2008.

SOUZA, J. L. de. Nutrição orgânica com biofertilizantes foliares na cultura do pimentão em sistema orgânico. **Horticultura Brasileira**, v. 18, p. 828-829, 2000.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Plant physiology**. 2.ed. Sunderland: Sinauer Associates, 1998. 792p.

VESSEY, J. K. **Plant growth promoting rhizobacteria as biofertilizers**. *Plant Soil*, v. 255, p. 571-586, 2003.

**Tabela 1.** Série Provisória do município de Serra Talhada, PE, referente ao período de 1999 a 2017. Fonte: Banco de dados da Agência Pernambucana de Águas e Clima - APAC.

Mês	Rg	Tm	Tx	Tn	UR	VV3	Prec.
1	25,4	27,1	35,0	21,4	59,6	1,6	75,00
2	26,0	26,3	34,0	32,2	67,2	1,8	103,90
3	26,1	25,9	34,0	21,1	70,7	1,6	154,90
4	24,2	25,7	33,4	21,0	71,1	1,9	106,60
5	20,9	25,1	32,7	20,3	71,5	2,0	47,40
6	18,7	23,8	31,4	19,1	71,3	2,7	28,50
7	20,0	23,4	31,3	18,3	69,3	2,9	14,80
8	24,0	24,1	32,5	18,2	62,1	3,3	8,50
9	27,9	26,0	34,5	19,3	54,1	3,3	5,80
10	28,9	27,4	35,8	20,5	50,5	2,9	12,80
11	28,4	28,1	36,3	21,3	49,8	2,4	30,20
12	26,0	27,9	35,9	21,7	52,6	2,4	53,70

Rg - radiação solar global ( $\text{MJ m}^{-2} \text{ dia}^{-1}$ ); Tm, Tx e Tn - temperaturas média, máxima e mínima do ar ( $^{\circ}\text{C}$ ), UR - umidade relativa do ar (%), e prec. - precipitação pluviométrica (mm)

**Tabela 2.** Análise química do biofertilizante líquido (BioCapri) aplicado em cultivos de clones de palma forrageira, em Serra Talhada, PE.

M.O	N	P	K	Ca	Mg	C	B	Cu	Fe	Mn	Zn	Na	pH
-----Teor ( $\text{g L}^{-1}$ )-----						-----Teor ( $\text{mg L}^{-1}$ )-----							
6,4	1,5	0,19	4,00	2,5	0,3	3,7	100	9	100	5	4	240	7,1

**Tabela 3.** Análise química do solo antes e ao final do experimento de clones de palma forrageira (MIU - Miúda; OEM - Orelha de Elefante Mexicana) submetidos a cinco doses de biofertilizante líquido (0, 50, 100, 150 e 200  $\text{ml vaso}^{-1}$ ) mais uma dose de esterco, no município de Serra Talhada, PE.

Antes da aplicação do BioCapri		pH	Fe	Cu	Zn	Mn	P	K	Na	Ca	Mg	H+Al	S.B	C	T	C	V	C	M.O.					
			$\text{mg dm}^{-3}$					$\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$													%			
		7,6	46,6	1,5	1,5	53,9	120	0,82	0,20	5,0	1,7	0,1	7,7	7,8			99	0,9	1,5					
Ao final do experimento	Clone	Dose / Esterco	pH	Fe	Cu	Zn	Mn	P	K	Na	Ca	Mg	H+Al	S.B	C	T	C	V	C	M.O.				
				$\text{mg dm}^{-3}$					$\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$													%		
	MIU	0	6,8	48,4	1,6	2,6	52,1	460	0,62	1,09	7,0	4,5	0,5	13,2	13,7			96	0,6	1,0				
	MIU	50	6,8	48,9	1,7	2,7	71,8	580	0,62	1,33	8,5	5,9	0,9	16,4	17,3			95	0,6	1,0				
	MIU	100	6,4	51,8	1,7	2,2	65,6	540	0,92	1,23	6,4	4,3	0,4	12,9	13,3			97	0,5	0,8				
	MIU	150	7,0	43,0	1,9	2,0	61,1	620	0,86	0,70	7,1	5,3	0,5	14,0	14,5			97	0,5	0,8				
	MIU	200	7,3	44,0	1,5	3,0	66,5	480	0,97	0,31	7,3	4,6	0,6	13,2	13,8			96	0,7	1,1				
	<b>Média</b>	-	<b>6,9</b>	<b>47,2</b>	<b>1,7</b>	<b>2,5</b>	<b>63,4</b>	<b>536</b>	<b>0,80</b>	<b>0,93</b>	<b>7,3</b>	<b>4,9</b>	<b>0,6</b>	<b>13,9</b>	<b>14,5</b>			<b>96</b>	<b>0,6</b>	<b>1,0</b>				
	<b>MIU</b>	<b>Esterco</b>	<b>7,1</b>	<b>45,2</b>	<b>1,6</b>	<b>2,6</b>	<b>56,4</b>	<b>640</b>	<b>0,37</b>	<b>0,40</b>	<b>6,5</b>	<b>4,0</b>	<b>1,9</b>	<b>11,3</b>	<b>13,2</b>			<b>86</b>	<b>0,6</b>	<b>1,1</b>				
	OEM	0	7,0	53,2	1,3	2,6	57,9	460	0,26	0,43	6,0	3,4	1,9	10,1	12,0			84	0,7	1,1				
OEM	50	6,1	53,2	1,2	2,5	52,1	440	0,58	0,31	5,8	3,7	1,8	10,4	12,2			85	0,7	1,2					
OEM	100	5,7	42,3	1,3	2,7	69,1	580	0,94	1,25	7,3	3,4	1,5	12,9	14,4			90	0,7	1,3					
OEM	150	5,9	53,9	1,3	2,8	64,4	460	0,95	1,28	6,6	3,8	1,9	12,6	14,5			87	0,8	1,5					
OEM	200	6,1	62,9	1,3	3,1	81,4	340	1,11	1,38	6,4	3,5	1,9	12,4	14,3			87	0,8	1,3					
<b>Média</b>	-	<b>6,2</b>	<b>53,1</b>	<b>1,3</b>	<b>2,7</b>	<b>65,0</b>	<b>456</b>	<b>0,77</b>	<b>0,93</b>	<b>6,4</b>	<b>3,6</b>	<b>1,8</b>	<b>11,7</b>	<b>13,5</b>			<b>87</b>	<b>0,7</b>	<b>1,3</b>					
<b>OEM</b>	<b>Esterco</b>	<b>5,8</b>	<b>54,1</b>	<b>1,3</b>	<b>3,4</b>	<b>82,3</b>	<b>400</b>	<b>0,35</b>	<b>0,43</b>	<b>6,8</b>	<b>3,9</b>	<b>0,7</b>	<b>11,5</b>	<b>12,2</b>			<b>94</b>	<b>0,7</b>	<b>1,3</b>					

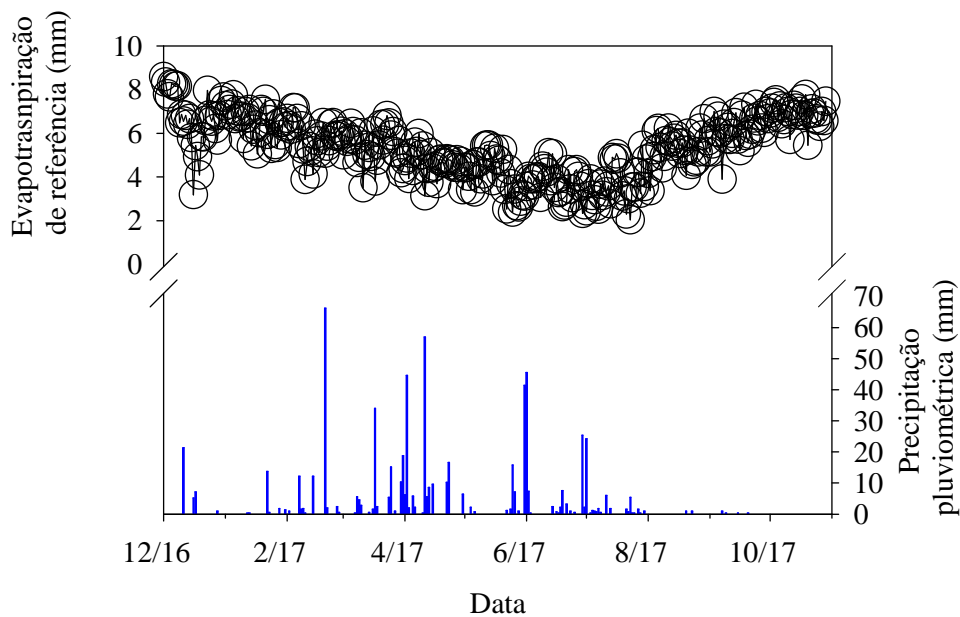
**Tabela 4.** Variáveis biométricas de clones de palma forrageira irrigada com água salina (Miúda - MIU; Orelha de Elefante Mexicana - OEM) submetidos a cinco doses de biofertilizante líquido mais uma dose de esterco, no município de Serra Talhada, PE.

Variável*	Esterco	Análise qualitativa						Análise quantitativa entre doses de BIOCAPRI						
		0	50	100	150	200	Média	M	r <sup>2</sup>	p	a	b	c	
<b>AP(cm)</b>	MIU	49,3	48,5	59,5	43,8	43,8	49,5	49,0	-	-	0,678	-	-	-
	OEM	47,3	45,5	50,3	48,5	51,8	47,0	48,4	-	-	0,321	-	-	-
<b>LP(cm)</b>	MIU	42,6	36,4	28,8	38,5	28,2	40,6	35,9	-	-	0,628	-	-	-
	OEM	41,0	49,3	37,6	38,5	41,3	41,8	41,6	-	-	0,245	-	-	-
<b>NCT</b>	MIU	9,0	10,3	7,8	11,8	5,5	10,8	9,2	-	-	0,818	-	-	-
	OEM	5,5	8,0	6,0	6,8	7,0	6,5	6,6	-	-	0,393	-	-	-
<b>NC1</b>	MIU	3,3ABa	4,5ABa	2,8ABa	5,8Aa	2,0ABb	3,8ABa	3,7b	-	-	0,797	-	-	-
	OEM	4,3Aa	5,8Aa	4,8Aa	5,8Aa	6,0Aa	5,3Aa	5,3a	-	-	0,987	-	-	-
<b>NC2</b>	MIU	5,3	4,5	3,8	4,5	2,5	5,5	4,3a	-	-	0,759	-	-	-
	OEM	0,5	1,3	0,3	0,0	0,0	0,3	0,4b	Q	0,490	0,003	1,193	-0,020	0,000
<b>CC(cm)</b>	MIU	14,3Aa	12,9Aa	19,1Aa	12,5Aa	13,6Aa	15,2Aa	14,6a	-	-	0,983	-	-	-
	OEM	11,0Aa	12,8Aa	9,3Bb	7,6Ba	7,6Bb	9,5Bb	9,6b	Q	0,356	0,024	12,852	-0,089	0,000
<b>LC(cm)</b>	MIU	5,6	5,6	6,5	5,4	5,4	5,8	5,7b	-	-	0,965	-	-	-
	OEM	9,0	10,3	7,2	5,9	5,5	7,8	7,6a	Q	0,359	0,023	10,339	-0,080	0,000
<b>EC (mm)</b>	MIU	9,0A	8,7B	11,7A	9,4A	9,8A	8,9A	9,6a	-	-	0,550	-	-	-
	OEM	6,5A	7,1A	5,0BC	3,9C	5,3BC	6,2A	5,7b	Q	0,427	0,009	7,035	-0,053	0,000
<b>PC(cm)</b>	MIU	32,1B	29,6B	42,4A	28,7B	30,9B	34,1B	32,9	-	-	0,976	-	-	-
	OEM	29,9A	34,6A	25,1AB	20,4B	19,9B	26,3AB	26,0	Q	0,343	0,028	34,748	-0,250	0,001
<b>AC(cm<sup>2</sup>)</b>	MIU	87,9AB	69,4B	118,7A	73,0B	81,2AB	84,0AB	85,7b	-	-	0,785	-	-	-
	OEM	142,3B	162,3A	113,9B	94,0B	87,8B	125,4B	121,0a	Q	0,311	0,042	163,220	-1,261	0,005
<b>IAC(cm<sup>2</sup>)</b>	MIU	0,6A	0,5CD	0,6A	0,6A	0,3D	0,6BC	0,5b	-	-	0,816	-	-	-
	OEM	1,0B	1,2A	1,0B	1,1B	1,0B	1,1B	1,1a	-	-	0,359	-	-	-

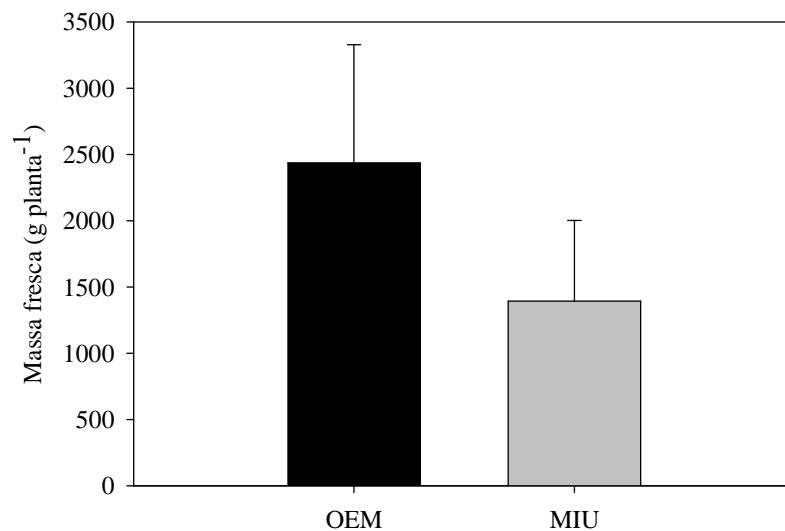
Na análise qualitativa foi considerado o tratamento Esterco, logo: Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas na coluna média (cor cinza) dentro de uma mesma variável indicam que os clones não se diferenciam entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância. Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas na horizontal e dentro de um mesmo clone indicam que as doses do biofertilizante líquido e esterco não se diferenciam entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância. Na análise quantitativa foram consideradas apenas as doses do biofertilizante líquido, ao nível de 5% de significância.

M - modelo, L - linear, Q - quadrático, R<sup>2</sup> - coeficiente de determinação, p - significância, a, b e c - parâmetros do modelo. Modelo linear:  $y = b.x+c$ , modelo polinomial do 2º grau:  $y = a.x^2+b.x+c$ .

\*Siglas das variáveis biométricas apresentadas na tabela 4: (AP) altura da planta, (LP) largura da planta, (NCT) número total de cladódios por planta, (NC1) número de cladódios de 1ª ordem, (NC2) número de cladódios de 2ª ordem, (CC) os comprimentos do cladódio, (LC) largura do cladódio, (EC) espessura do cladódio, (PC) perímetro do cladódio, (AC) área do e (IAC) índice de área do cladódio.



**Figura 1.** Evapotranspiração de referência e precipitação pluviométrica entre dezembro de 2016 e novembro de 2017.



**Figura 2.** Massa fresca por planta dos clones de palma forrageira Orelha de Elefante Mexicana (OEM) e Miúda (MIU) submetidos acinco doses de biofertilizante líquido mais uma dose de esterco, em Serra Talhada, PE.