


Artigo

Cultivo de Palma Forrageira (*Opuntia stricta* Haw) sob Biofertilização nas Condições Climáticas Observadas na Região Jaguaribana (Região Semiárida do Estado do Ceará)

Deodato Diogenes Saldanha¹, João Gutemberg Leite Moraes² , Emerson Mariano da Silva¹ ,
Geocleber Gomes de Sousa² , André Evangelista Moraes¹

¹Programa de Pós-Graduação em Climatologia, Universidade Estadual do Ceará, Fortaleza, CE, Brasil.

²Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira, Redenção, CE, Brasil.

Recebido em: 4 de Maio de 2023 - Aceito em: 21 de Agosto de 2023

Resumo

Apresenta-se os resultados de um experimento de cultivo de Palma Forrageira Orelha de Elefante (*Opuntia stricta* Haw) nas condições climáticas observadas na região Jaguaribana, região semiárida do Estado do Ceará. O experimento foi instalado em uma área de 480,0 m² (0,048 ha) na Comunidade Riachão, localizada na zona rural do município de Jaguaribe-CE (5°47'15" S e 38°32'29" W), composto por vinte parcelas distribuídas em blocos casualizados com o uso de biofertilizante de esterco bovino em cinco tratamentos distintos, parcela de controle (sem uso do biofertilizante) e quatro doses que variaram 0,5 a 2,0 L, com quatro aplicações a partir do quadragésimo dia de plantio com intervalos de quinze dias até os cem dias de plantio. Os resultados mostraram que quatro das variáveis avaliadas apresentaram correlação estatística positiva entre a aplicação do biofertilizante e o desenvolvimento das plantas, e que as variáveis comprimento, largura e espessura dos cladódios, obtiveram os melhores resultados com a aplicação de doses de 2,0 L, obtendo valores médios de 22,27 cm, 16,47 cm, e 0,87 cm, respectivamente. Assim, concluiu-se que o cultivo desta cultura, com o uso de biofertilizante de esterco bovino, pode auxiliar na criação dos rebanhos da região e mitigar os efeitos negativos causados pela falta de pastagem em períodos secos que são consequências da variabilidade climática observada na região.

Palavras-chave: *Opuntia* sp., semiárido, variabilidade climática.

Cultivation of Cactus Pear (*Opuntia stricta* Haw) Under Biofertilization in the Climatic Conditions Observed in the Jaguaribana Region (Semi-arid Region of the State of Ceará)

Abstract

It presents the results of an experiment of cultivation of Palma Forrageira Orelha de Elefante (*Opuntia stricta* Haw) in the climatic conditions observed in the Jaguaribana region, semi-arid region of the State of Ceará. The experiment was installed in an area of 480.0 m² (0.048 ha) in the Riachão Community, located in the rural area of the municipality of Jaguaribe-CE (5°47'15" S e 38°32'29" W), consisting of twenty plots distributed in randomized blocks with the use of bovine manure biofertilizer in five different treatments, control plot (without the use of biofertilizer) and four doses ranging from 0.5 to 2.0 L, with four applications from the fortieth day of planting with intervals of fifteen days until the hundred days of planting. The results showed that four of the evaluated variables presented a positive statistical correlation between the application of the biofertilizer and the development of the plants, and that the variables length, width and thickness of the cladodes, obtained the best results with the application of doses of 2.0 L, obtaining average productivity of 22.27 cm, 16.47 cm, and 0.87 cm, respectively. Thus, it was concluded that the cultivation of this crop, with the use of bovine manure biofertilizer, can help in the creation of herds in the region and mitigate the negative effects caused by the lack of pasture in dry periods, which are consequences of the climatic variability observed in the region.

Keywords: *Opuntia* sp., semi-arid, climate variability.

1. Introdução

A ausência ou a insuficiência das chuvas na região semiárida do nordeste brasileiro é uma das principais adversidades enfrentadas pelos moradores desta região, pois costuma causar perda significativa na produção agrícola e nos rebanhos bovinos. Conforme Campos (2014), durante os períodos de estiagem prolongada há dificuldades relacionadas ao abastecimento de água para diversos fins, inclusive para a produção de alimentos para os animais, resultando em mortalidade e dizimação de rebanhos nas secas mais intensas. Vale ressaltar que esses animais contribuem com o sustento integral ou parcial dos criadores e de suas famílias, logo, a falta de alimento para os animais compromete, também, a segurança alimentar dos humanos.

É importante mencionar que, dentre outros motivos, a sazonalidade das chuvas impulsionou o Estado do Ceará a buscar, no cultivo de pastagens plantadas, uma alternativa para a pecuária. De acordo com o IBGE, no censo agropecuário realizado em 2017, a área ocupada com pastagens plantadas representava um percentual de 21% da área ocupada por pastagens, correspondendo a 496.387 ha. Ao comparar-se essa informação com os dados do censo agropecuário de 2006 percebe-se o aumento desta área em 182.178 ha.

A constatação do fato apresentado gera a necessidade de se pensar em contribuir com os moradores do campo para que possam permanecer nos seus lugares de origem, tendo melhores condições de conviver com o semiárido. Nessa perspectiva, resolveu-se realizar uma pesquisa sobre o cultivo de uma cultura que pudesse representar uma possibilidade para a alimentação de bovinos, durante os períodos de estiagem, quando a pastagem natural estivesse em escassez. Um dos critérios principais para a escolha dessa cultura foi que o seu trato tivesse baixo custo para os camponeses, assim, a palma forrageira orelha de elefante (*Opuntia stricta* Haw) foi escolhida para este estudo.

Além das vantagens econômicas no trato desta espécie de palma forrageira, outras razões que viabilizam o cultivo vegetal devem-se à sua adaptabilidade a regiões semiáridas, por ser palatável para os bovinos e por conter um elevado teor de água, constituindo-se, assim, como uma importante fonte de reposição de líquidos para os animais. Em adição, de acordo com Coelho Júnior *et al.* (2020), o cultivo desta variedade de palma pode ocorrer em consórcio com outras culturas, sem necessidade de ampliar a área desmatada.

Sales (2002) corrobora com esse pensamento ao expressar que o uso da terra quando realizado de forma inadequada, de maneira predatória, retirando vegetação nativa para dar espaço para pastagens, contribui para exposição e empobrecimento do solo, em consequência para o surgimento ou potencialização de áreas suscetíveis

à desertificação. Desta forma, é importante ressaltar que este processo de desertificação é facilmente observado na região Jaguaribana do estado do Ceará.

Diante do exposto, foi realizado um experimento de pesquisa através de um plantio de palma forrageira orelha de elefante com adubação de biofertilizante de esterco bovino, matéria-prima encontrada em abundância e economicamente acessível aos criadores de pequenos rebanhos bovinos da região. Assim, além da questão econômica, foram considerados também os benefícios proporcionados ao solo. Pois, de acordo com Weinartner, Aldrighi e Medeiros (2006), os adubos orgânicos possuem a capacidade de aumentar a fertilidade de solos pobres, promovendo a elevação da sua atividade biológica.

A investigação desenvolvida no presente estudo buscou dar respostas para a problemática, a saber: quais os efeitos do biofertilizante de esterco bovino no crescimento da palma forrageira nas condições climáticas da cidade de Jaguaribe/CE? A hipótese inicial era de que as plantas que receberam aplicações com maior dose de biofertilizante teriam um melhor desenvolvimento no crescimento. Desse modo, o estudo teve como objetivo geral avaliar o efeito do biofertilizante de esterco bovino no crescimento da palma forrageira orelha de elefante; e como objetivos específicos testar cinco tratamentos com biofertilizante de esterco bovino; e investigar as respostas das plantas acerca do crescimento em relação aos tratamentos, considerando as variáveis: número, comprimento, largura e espessura dos cladódios, bem como a altura da planta.

Ressalta-se que Matos *et al.* (2017) chamam a atenção para a necessidade de se conhecer a composição física, química e biológica do fertilizante, para que possa ser utilizado de forma segura sem contaminar o ambiente e para um melhor aproveitamento pelas culturas e que neste estudo foi realizada esta análise.

Neste contexto, espera-se que os resultados apresentados a seguir possam servir como base de orientação para estudos futuros que possuam temas relacionados ao cultivo de palma forrageira orelha de elefante (*Opuntia stricta* Haw) na região semiárida do nordeste brasileiro, bem como ao uso de biofertilizante de esterco bovino. Em adição, espera-se também que estes resultados possam contribuir com os criadores de bovinos da região, sobretudo os de pequenos rebanhos, auxiliando no desenvolvimento de seus plantios de palmas.

1.1. O uso da palma forrageira para consumo animal no semiárido brasileiro

Ao ser cultivada no Brasil a palma não tinha o objetivo específico de servir como fonte de alimento, mas de atender a uma necessidade da indústria têxtil. Conforme Frota *et al.* (2015) esta cultura foi introduzida em nosso país, por volta de 1877, por Delmiro Augusto da Cruz Gouveia e Herman Theodor Lundgren, dois importantes empresários da indústria têxtil, na ocasião a finalidade do

vegetal foi hospedar um inseto denominado cochonilha-do-carmim. Esta afirmação é reforçada por Crizel (2017), acrescentando que a fêmea desse inseto (*Dactylopius opuntiae*) quando alimentar-se da palma em condições naturais produz o ácido carmínico, que é utilizado como base para a matéria-prima de um corante vermelho conhecido por carmim.

De acordo com Cândido *et al.* (2013) os registros bibliográficos afirmam que a palma forrageira é originária do México e teve boa adaptação na região semiárida brasileira devido suas características anatômicas, morfológicas, fisiológicas e bioquímicas. É uma planta rústica que tem um bom desenvolvimento em região com pouca chuva, entretanto, Rocha (2012) aponta que informações sobre umidade do ar e do solo, temperatura média do dia e da noite são determinantes na produção, pois, tais fatores climáticos são necessários para sua adaptação e permanência no solo, visto que, nos seus processos metabólicos, a interferência do clima pode se manifestar de forma positiva ou negativa.

Ressalta-se que embora a cultura da palma não tenha sido trazida para o país com a finalidade de servir como alimento para os animais, atualmente essa é uma das suas mais importantes formas de uso, devido à combinação de dois fatores favoráveis para a sua aceitação e desenvolvimento na região Nordeste. O primeiro foi a necessidade de alimento para os rebanhos, o segundo diz respeito ao clima semiárido ser bastante propício à sua adaptação, pois, a cultura é pouco exigente à água, contribuindo positivamente para impulsionar o cultivo.

Conforme Neves *et al.* (2010) e Marques *et al.* (2017) a cultura da palma forrageira orelha de elefante (*Opuntia stricta* Haw) é vista como potencial opção para assegurar a pecuária de leite no semiárido brasileiro, devido à sua alta adaptação à seca, bom valor nutricional e boa produtividade de matéria seca, em relação à palma redonda, sendo uma excelente fonte de energia, rica em carboidratos não fibrosos (61,79%) e nutrientes digestíveis totais (62%). Apesar de apresentar baixos teor de matéria seca (11,7%), proteína bruta (4,8%), fibra em detergente neutro - FDN (26,87%), fibra em detergente ácido - FDA (18,9%) e teores consideráveis de matéria mineral (12,04%).

Nesta perspectiva, a palma é vista como uma alternativa para a convivência com o semiárido, não somente pelo fato de ser uma planta resistente à estiagem e pouco exigente em recursos hídricos, mas, por se tratar de uma importante fonte de minerais essenciais na alimentação animal, trazendo grandes benefícios na produção de leite. Desse modo, é reforçada a necessidade de investimento no trato dessa cultura.

No cenário de variabilidade climáticas observado no semiárido brasileiro, a palma pode representar uma alternativa alimentar. Frota *et al.* (2015) fazem referência ao relatório do Painel Intergovernamental sobre Mudança do

Clima (2007) para alertar sobre os efeitos das mudanças climáticas nas regiões semiáridas e citam a cultura da palma como alternativa de alimentação para os rebanhos.

Nesse contexto, observa-se que a palma forrageira é considerada como importante aliada na sustentabilidade e na redução da vulnerabilidade das atividades agropecuárias no semiárido brasileiro. No entanto, Bezerra *et al.* (2014) alertam sobre a necessidade de se encarar a palma forrageira como lavoura, visto que, na maioria dos cultivos este vegetal têm sido dispensadas maiores preocupações em manejos e tratos culturais básicos. Conforme Rocha (2012), na região semiárida brasileira a palma forrageira é cultivada em área superior a 500 mil hectares, com predominância para as espécies dos gêneros *Opuntia* (redonda, gigante e orelha de elefante) e *Napolea* (palma miúda ou palma doce), ambas pertencentes à família Cactácea.

Ressalta-se que, assim como outras culturas, o sucesso do cultivo de palma, além das condições naturais de adaptabilidades, depende do trato, inclusive, anteriores à implantação, pois, é importante conhecer as necessidades do solo, as condições físicas e químicas que se encontra na região do plantio. De acordo com Rocha *et al.* (2020), os tipos de solo combinados a fatores como precipitação influenciam no desenvolvimento das culturas, assim, quanto à parte física é recomendado que sejam observadas questões como declividade, estrutura, textura, dentre outros. Com relação à parte química, faz-se necessário ter conhecimento dos elementos presentes, assim como a necessidade de nutrientes exigidos pela cultura a ser implantada, considerando que cada tipo de solo tem suas características físicas e apresentam variações quanto ao teor de nutrientes, haja vista que isso é determinante no que se refere à retenção de água necessária e indispensável à planta.

As questões apontadas pelos autores supracitados são pontos a serem refletidos no que se refere à situação hídrica, alimentar e mitigadora. Esta tríade nos faz despertar sobre a necessidade de estudos serem desenvolvidos para ampliação das possibilidades e melhoria do cultivo de palma forrageira na região, proporcionando uma melhor convivência com a seca e contribuindo na qualidade de vida do homem do campo.

2. Características Climáticas da Região Jaguaribana no Ceará

De acordo com a Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste - SUDENE, (2017), a delimitação da região semiárida brasileira ocupa uma extensão total de 1.128.697 km² e abrange 1.262 municípios distribuídos nos estados do Maranhão, Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Sergipe, Bahia e parte de Minas Gerais (Fig. 1).

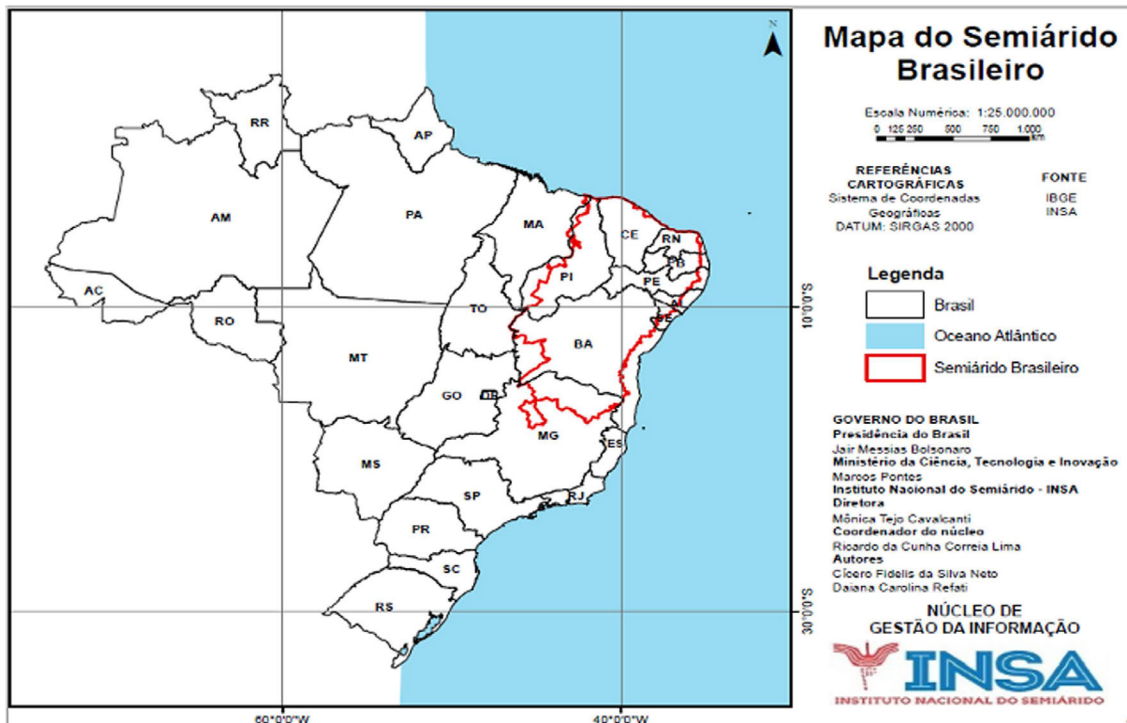


Figura 1 - Delimitação da Região Semiárida Brasileira (Fonte: INSA).

O Conselho Deliberativo da SUDENE, através das resoluções n° 107, de 27/07/2017 e n° 115, de 23/11/2017, aprovou nova delimitação do semiárido com base em três critérios que deverão ocorrer, de forma simultânea, em uma área territorial para que seja considerada semiárida, são esses: precipitação pluviométrica média anual igual ou inferior a 800 mm; índice de Aridez de *Thornthwaite* igual ou inferior a 0,50; e percentual diário de déficit hídrico igual ou superior a 60%, considerando todos os dias do ano. Assim, o município de Jaguaribe, onde foi realizado o experimento, classifica-se como semiárido devido encaixar-se, simultaneamente, nos referidos critérios. De acordo com dados fornecidos pela FUNCEME, a precipitação pluviométrica média anual do município é de 654,5 mm; o índice de Aridez de *Thornthwaite* é igual a 0,37; e o percentual diário de déficit hídrico corresponde a 76,2%.

A cidade sede do município que foi instalado o experimento é Jaguaribe no Estado do Ceará (5°53'27" S e 38°37'19" W). Os municípios limítrofes são: Jaguaretama e Jaguaribara ao norte, Icó e Orós ao sul, Pereiro a leste, e Solonópoles a oeste. A vegetação predominante nesta região é a do Bioma Caatinga.

O clima da região é classificado como tropical semiárido, ao longo do ano apresenta elevadas temperaturas e baixa umidade relativa do ar. Segundo registros da Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos (FUNCEME), no mês de novembro de 2019 registrou-se a máxima temperatura do ar (40,5 °C) e em junho de 2016 o menor valor de umidade relativa do ar (14%).

Registros climatológicos de temperatura do ar para o município de Jaguaribe/CE, obtidos do banco de dados do posto 74 da FUNCEME no período de 2009 a 2020, mostram altos valores de temperatura do ar na região (máxima, média e mínima), em particular no segundo semestre do ano (Fig. 2).

A média climatológica de precipitação pluviométrica, chuvas observadas no período compreendido de 1989 a 2019 é de 654,50 mm/ano (Fig. 3), com concentração no primeiro semestre de cada ano, denominado de período chuvoso. Assim, observa-se nos meses de janeiro e fevereiro médias mensais de aproximadamente 90 a 100 mm/mês, respectivamente, nos meses de março e

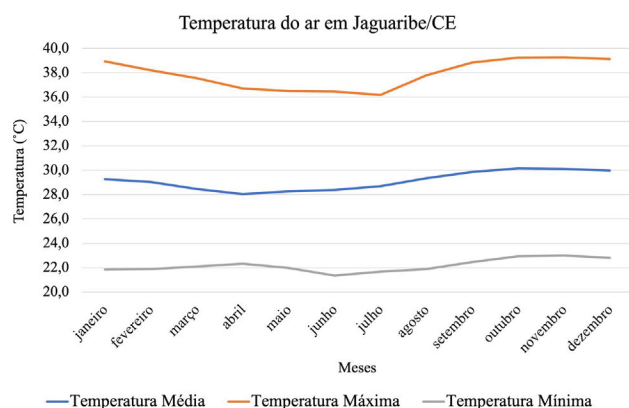


Figura 2 - Médias das temperaturas em Jaguaribe/CE (2009 a 2020). (Fonte: FUNCEME).

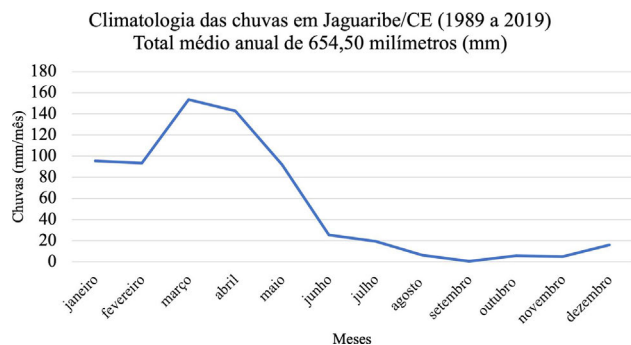


Figura 3 - Chuvas observadas em Jaguaribe/CE (1989 a 2019) (Fonte: FUNCEME).

abril as médias máximas que atingem em torno de 150 mm/mês, e nos meses de maio e junho chuvas em torno de 20 mm/mês.

No município de Jaguaribe/CE, além da baixa pluviosidade anual, outra característica climática marcante para os moradores da região é o déficit hídrico, nos últimos 30 anos observou-se 280 dias sem chuvas (76,2%) na região. A maior concentração da estiagem observada na região ocorre no segundo semestre de cada ano (Fig. 4).

3. Materiais e Métodos

Neste estudo analisou-se os resultados obtidos como a implantação de um experimento, plantio de palma forrageira orelha de elefante (*Opuntia stricta* Haw) em uma área de 480 m² (0,048 ha) com adubação através de cinco tratamentos aplicados em quatro repetições de biofertilizante de esterco bovino, nas condições climáticas da Comunidade Riachão no município de Jaguaribe/CE.

No experimento foram plantadas 300 mudas (raquetes) de palma forrageira, disponibilizadas pela Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Ceará (EMATERCE), o biofertilizante de esterco bovino usado na adubação foi produzido na comunidade onde foi realizado o experimento. As parcelas experimentais foram distribuídas para receberem cinco tratamentos distintos realizados em quatro aplicações, atendendo a um intervalo quinzenal entre as aplicações. Para o preparo de cada apli-

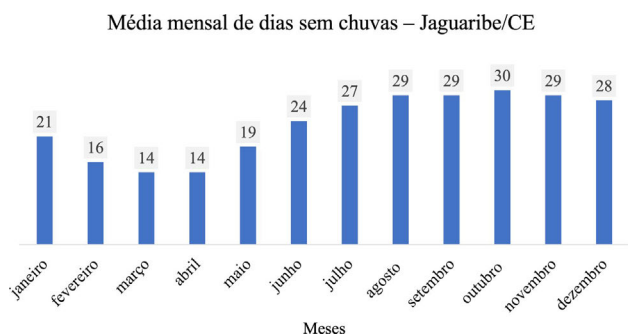


Figura 4 - Déficit hídrico de Jaguaribe/CE (1992 a 2021).

cação de biofertilizante foram necessários 150 kg de esterco bovino fresco e 150 L de água, misturados em um recipiente com capacidade para 500 L (Fig. 5).

Antes do plantio foi realizado o preparo do solo com o isolamento e limpeza da área, construção de uma cerca de arame para evitar a entrada de animais e limpeza de forma manual, de acordo com as orientações contidas em Paulus *et al.* (2000). Segundo estes autores, tais práticas contribuem para o aumento da porosidade do solo e, consequentemente, para o encharcamento por ocasião das precipitações.

O delineamento experimental foi realizado em blocos casualizados para a aplicação dos cinco tipos de tratamentos, da seguinte forma: grupo de controle (T1) sem aplicação de biofertilizante, tratamento (T2) com 0,5 L por planta, tratamento (T3) com 1 L por planta, tratamento (T4) com 1,5 L por planta e tratamento (T5) com 2 L por planta (Fig. 6).

Em seguida foi coletada uma amostra do solo para a análise da composição química, resultados apresentados na Tabela 1. O resultado mostra o solo como favorável para o desenvolvimento do plantio de palma forrageira, visto que seria possível fornecer os nutrientes necessários às plantas. Conforme Wanderley *et al.* (2002) a palma necessita em sua composição orgânica de cálcio (Ca), potássio (K) e Magnésio (Mg).

Após realizada a maturação do biofertilizante, uma amostra foi enviada ao laboratório para a análise química (Tabela 2). Os resultados mostraram teores significativos de nutrientes essenciais para nutrição da palma forrageira, como cálcio (Ca), potássio (K) e Magnésio (Mg), podendo potencializar o seu desenvolvimento.

Foram realizadas quatro aplicações de biofertilizante, por meio de sulcos com 15,0 cm de profundidade por 15,0 cm de largura e comprimento, distando 15,0 cm da linha de planta (Fig. 6d), a primeira após quarenta dias do plantio e as demais considerando um intervalo de quinze dias entre as aplicações. A aplicação de adubação por sulcos “é uma prática utilizada quando se quer concentrar os nutrientes junto ao local onde a planta irá se desenvolver”, conforme Batista *et al.* (2018).

3.1. Análise dos dados

Os resultados deste estudo foram obtidos a partir de aferições de medidas e avaliação sobre o desenvolvimento da palma forrageira, considerando cinco variáveis, possibilitando assim uma análise de como as plantas reagiram aos tratamentos realizados com diferentes doses de biofertilizante de esterco bovino. Para isso, foram comparadas as respostas obtidas em cada variável observada, identificando se existiu correlação estatística entre estas e os tratamentos aplicados, bem como se ocorreram respostas positivas evidenciando a eficácia de um tratamento em relação aos demais. As variáveis consideradas foram: Número de cladódios; Comprimento dos cladódios; Lar-



Figura 5 - Área do Experimento na Comunidade Riachão no município de Jaguaribe/CE.

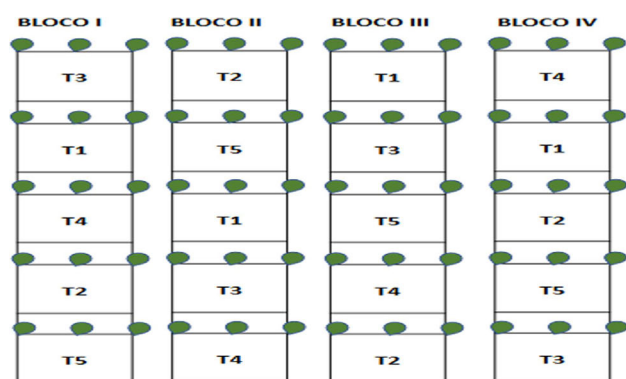


Figura 6 - Distribuição dos tratamentos em blocos casualizados.

gura dos cladódios; Espessura dos cladódios; e Altura da planta.

As aferições das medidas de desenvolvimento ocorreram quinze dias após a realização da quarta aplicação de biofertilizante de esterco bovino, correspondendo a 100 dias após o plantio. Para realizar as medidas foram esco-

lhidas as três plantas localizadas na posição central de cada uma das parcelas experimentais por considerá-las, fisicamente, mais protegidas de alguma ação externa. Na contagem do número de cladódios foram considerados todos os cladódios desenvolvidos das plantas que atendiam ao critério de coleta de medidas, tanto os secundários como os terciários. Para a aferição dos parâmetros que envolviam medidas de cladódios (comprimento, largura e espessura) foram aferidas medidas apenas nos cladódios secundários.

Foram calculadas as médias aritméticas das medidas coletadas em campo, por plantas, por parcela e por tratamento. Em seguida, as médias das medidas foram submetidas a uma análise de variância pelo teste F (fonte de variação). A análise de variância foi realizada considerando a resposta das plantas em cada variável em relação às doses de tratamento recebidas.

As médias foram comparadas a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey, para isso foi utilizado o programa Assistant®. De acordo com Silva e Azevedo (2016), as abreviações utilizadas no teste são definidas como:

Tabela 1 - Resultados da análise do solo (Laboratório de Solos - UFC).

Complexo sortivo (cmol _c /kg)										
Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	H ⁺ +Al ³⁺	Al ³⁺	S	T	V (%)	m (%)	PST
8,7	3,9	0,29	2,52	0,33	0,0	15,4	15,7	98,0	0,0	2,0
C (g/kg)	N (g/kg)	C/N	MO (g/kg)	P assimilável (mg/kg)			pH		C.E	
2,7	0,28	10	4,65	256			Água	KCl	(dS/m)	
							7,4	-		0,5

Tabela 2 - Resultados da análise do composto orgânico (Laboratório de Solos - UFC).

(g/L)							(Mg/L)					
N	P	P ₂ O ₅	K	K ₂ O	Ca	Mg	S	Na	Fe	Cu	Zn	Mn
0,69	0,38	0,86	0,48	0,58	0,58	0,39	-	-	195,4	1,84	7,58	21,47

FV = fonte de variação; GL = graus de liberdade; SQ = soma de quadrado; QM = quadrado médio; F = estatística do teste; DMS = diferença mínima significativa e CV% = coeficiente de variação. A análise de regressão foi realizada ao passo que as respostas das plantas aos tratamentos apresentaram diferenças significativas.

4. Resultados e Discussões

4.1. Número de cladódios

Na análise dos dados sobre o número de cladódios que se desenvolveram nas plantas (Tabela 3) observa-se que o valor do teste estatístico entre as médias dos tratamentos é de 1,61, assim, as plantas apresentaram respostas estatisticamente iguais nos cinco tratamentos, visto que a diferença mínima significativa obtida foi de aproximadamente 2,05. A estatística apontou que o número médio de cladódios desenvolvidos por plantas no experimento foi de 2,50.

Os resultados obtidos no experimento são semelhantes aos encontrados em estudos na literatura. Albuquerque Júnior (2014) com palma forrageira (*Opuntia ficus indica* Mill) utilizando biofertilizante composto por esterco bovino, sais minerais e proteína na adubação, no município de Lagoa Seca na Paraíba, assim como neste estudo, observou que não houve diferença significativa entre o número de cladódios e as doses recebidas nos tratamentos.

Tabela 3 - Análise de variância referente ao número médio de cladódios.

FV	GL	SQ	QM	F	DMS
Blocos	3	0,1206	0,0402	0,0487 *	1,70612
Tratamentos	4	5,3219	1,3305	1,6126 ns	2,04829
Resíduo	12	9,9008	0,8251		
Total	19	15,3433			
CV (%)				36,36	

Menciona-se que a aferição de medidas deste estudo foi realizada com 100 (cem) dias após o plantio da palma, aspecto esse que o diferencia dos estudos de Barros (2014), de Donato et al. (2014) e de Souto Filho (2020) que encontraram diferenças significativas no número de médio de cladódios em experimentos de longo prazo. Assim, a ausência de diferenças significativas nas respostas aos tratamentos encontrados pode ser atribuída ao pouco tempo de vida da planta, tendo em vista que Albuquerque Júnior (2014) obteve resultado semelhante com plantas de idade aproximada às do experimento realizado neste estudo.

4.2. Comprimento dos cladódios

Na análise das medidas de comprimento dos cladódios secundários a estatística do teste entre as médias dos tratamentos foi de aproximadamente 4,25 (Tabela 4), sabendo-se que a diferença mínima significativa foi de 4,16, pode-se afirmar que as plantas responderam positivamente aos tratamentos, sendo percebidas diferenças significativas. Observa-se na Fig. 7 a reta de regressão linear crescente, indicando forte correlação entre as variáveis e, assim, pode-se afirmar que houve ganho gradativo nas medidas de comprimento dos cladódios, correspondendo à ampliação da dose de biofertilizante recebida em cada tratamento.

As plantas que receberam o tratamento T5 obtiveram um melhor desenvolvimento em relação a esta variável,

Tabela 4 - Análise de variância referente ao comprimento médio dos cladódios.

FV	GL	SQ	QM	F	DMS
Blocos	3	8,9719	2,9906	0,8764 ns	3,46976
Tratamentos	4	58,1180	14,5295	4,2578 *	4,16564
Resíduo	12	40,9497	3,4125		
Total	19	108,0396			
CV (%)					

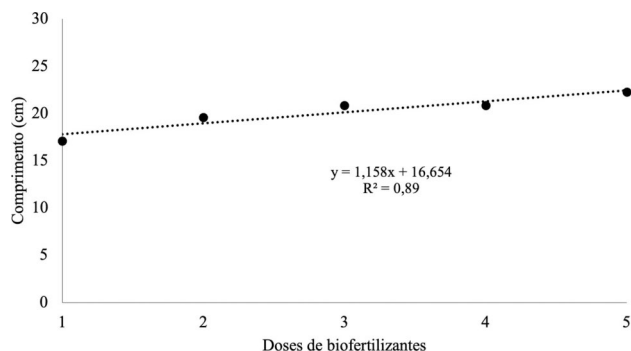


Figura 7 - Regressão Linear referente ao comprimento médio dos cladódios.

apresentando média de 22,27 cm, superando o grupo de controle (T1) em 5,16 cm. As plantas que receberam o tratamento T1 apresentaram cladódios secundários com a média de comprimento 17,11 cm. Os tratamentos T2, T3 e T4, também apresentaram respostas positivas em relação ao grupo de controle (T1), obtendo respostas acima de sua medida e compatíveis com a reta de regressão linear, contudo, obtiveram médias de crescimento aproximadas não apresentando diferenças estatísticas relevantes.

Comparando-se os resultados obtidos com os encontrados na literatura (Barros, 2014; Donato *et al.*, 2014; Souto Filho, 2020) observa-se que, embora as idades das plantas sejam distintas, também foram observadas respostas significativas para comprimento dos cladódios secundários em relação aos tratamentos com biofertilizante. A média obtida nessa variável foi de 19,07 cm, superando os resultados obtidos por Souto Filho (2020).

4.3. Largura dos cladódios

Na análise das medidas de largura dos cladódios secundários observa-se que as plantas apresentaram respostas distintas aos tratamentos, pois, a estatística do teste foi de 7,42 enquanto a diferença mínima significativa foi de aproximadamente 2,26 (Tabela 5). De acordo com a Fig. 8, a reta de regressão linear mostra poucas dispersões e indica forte correlação entre as doses de biofertilizante aplicadas e a largura dos cladódios. A média de larguras de cladódios no experimento foi de 14,60 cm. Nos tratamentos T1 e T2 as médias foram estatisticamente iguais. Também não foi observada variação estatística entre as médias nos tratamentos T3 e T4, já o tratamento T5 se

Tabela 5 - Análise de variância referente à largura média dos cladódios.

FV	GL	SQ	QM	F	DMS
Blocos	3	0,5511	0,1837	0,1825 ns	1,88457
Tratamentos	4	29,8819	7,4705	7,4208 **	2,26254
Resíduo	12	12,0803	1,0067		
Total	19	42,5133			
CV (%)				6,92	

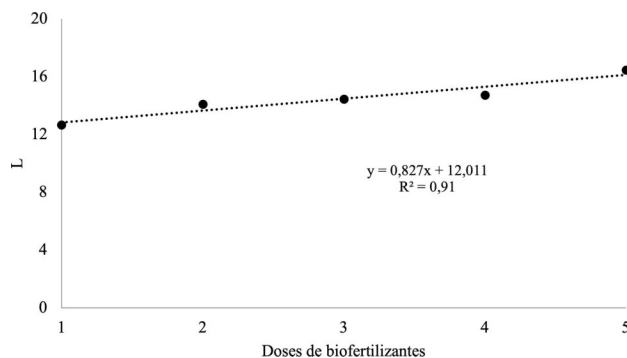


Figura 8 - Regressão linear referente à largura média dos cladódios.

destacou com os valores médios mais elevados no experimento, 16,47 cm, distanciando-se do T1 (grupo de controle) em 3,80 cm.

Comparando os resultados encontrados neste estudo os demais estudos supracitados (Albuquerque Júnior, 2014; Barros, 2014; Donato *et al.*, 2014) é possível afirmar que, embora as idades das plantas dos experimentos sejam distintas, também foram observadas diferenças significativas para largura dos cladódios secundários em relação aos tratamentos com biofertilizante, a média obtida nesta variável foi de 14,60 cm, igual ao estudo de Souto Filho (2020).

4.4. Espessura dos cladódios

Quanto à espessura dos cladódios observa-se desenvolvimento em relação às doses dos tratamentos recebidos, pois, houve diferença significativa entre as médias (Tabela 6). A estatística do teste foi de aproximadamente 5,08 enquanto a diferença mínima significativa foi de aproximadamente 0,24.

Encontra-se correlação estatística moderada entre as doses de biofertilizante e a espessura dos cladódios (Fig. 9), sendo observadas dispersões negativas em alguns tratamentos, a média de espessura de cladódios no experimento foi de 0,72 cm. As médias dos tratamentos T1, T2 e T3 não apresentaram variações estatísticas significativas entre si. Também foi observado que, embora a média do tratamento T4 se distancie da reta, se obteve média superior à obtida nos tratamentos T1, T2 e T3.

As plantas que receberam dois litros de aplicações de biofertilizante no tratamento (T5) obtiveram a melhor

Tabela 6 - Análise de variância referente à espessura média dos cladódios.

FV	GL	SQ	QM	F	DMS
Blocos	3	0,1125	0,0375	3,3924 ns	0,19747
Tratamentos	4	0,2249	0,0562	5,0875 *	0,23708
Resíduo	12	0,1326	0,0110		
Total	19	0,4701			
CV (%)				15,92	

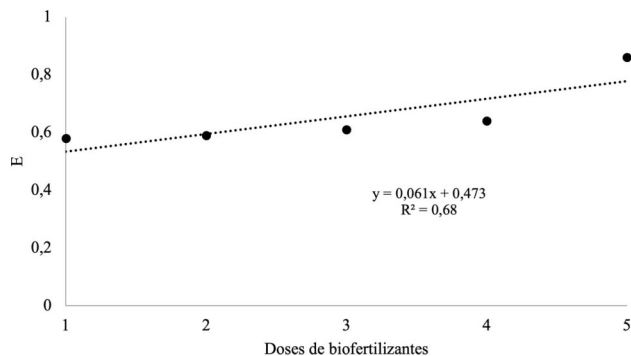


Figura 9 - Regressão Linear referente à espessura média dos cladódios.

resposta em relação aos demais tratamentos, assim, constatou-se que a média de espessura dos cladódios das plantas que receberam este tratamento foi de 0,87 cm, distanciando-se do grupo de controle em 0,29 cm.

Assim como nos estudos publicados por Donato et al. (2014) e Souto Filho (2020), neste estudo também foram encontradas diferenças significativas para espessura de cladódios, com média de 0,72 cm por planta.

4.5. Altura da planta

Acerca da altura média das plantas a análise de variância indica a ocorrência de diferenças significativas entre os tratamentos. Observa-se que a estatística do teste foi de 11,37 enquanto a diferença mínima significativa foi de aproximadamente 5,80. A média de altura das plantas observada no experimento foi de 47,17 cm (Tabela 7).

Observa-se na Fig. 10 uma forte correlação estatística entre as doses de biofertilizante aplicadas e a altura das plantas e que o tratamento T1 obteve a menor resposta, as plantas apresentaram altura média de 41,46 cm. O tratamento T2 apresentou uma média de 45,70 cm. Os tratamentos T3 e T5 tiveram resultados estatisticamente iguais, suas respostas superaram a média do tratamento T2 e foram inferiores à do tratamento T4, que obteve a melhor resposta, média de 52,17 cm.

Os resultados obtidos para esta variável também concordam com os resultados de estudos publicados na literatura (Barros, 2014; Donato et al., 2014; Souto Filho, 2020). Assim, embora as idades das plantas sejam distintas, também foram observadas respostas significativas

Tabela 7 - Análise de variância referente à altura média das plantas de palma.

FV	GL	SQ	QM	F	DMS
Blocos	3	19,6306	6,5435	0,9878 ns	4,83426
Tratamentos	4	301,4048	75,3512	11,3752 **	5,80379
Resíduo	12	79,4899	6,6242		
Total	19	400,5254			
CV (%)				5,39	

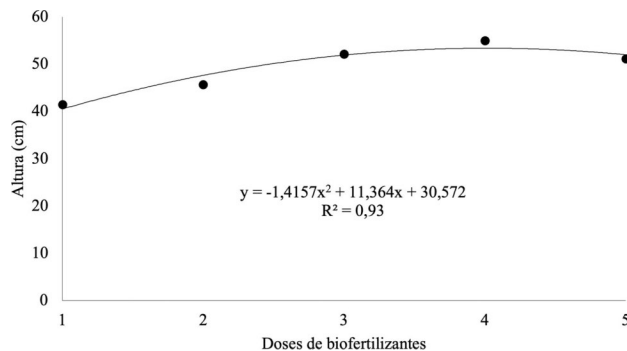


Figura 10 - Regressão Linear referente à altura média das plantas de palma.

para essa variável em relação aos tratamentos com biofertilizante, a média obtida neste estudo foi de 47,17 cm.

5. Considerações Finais

As análises dos resultados mostram que quatro das cinco variáveis avaliadas foram observadas forte correlação estatística entre a dose aplicada e o desenvolvimento das plantas. Dessa forma, conclui-se que o tratamento com biofertilizante de esterco bovino, é eficaz para o crescimento da palma forrageira orelha de elefante (*Opuntia stricta* Haw) nas condições climáticas observadas na região Jaguaribana, região semiárida do Estado do Ceará, sendo considerada a dose de dois litros como a ideal para o trato da cultura.

No número de cladódios não foram encontradas diferenças significativas entre as respostas das plantas e as doses recebidas nos cinco tratamentos, já para as variáveis referentes ao comprimento, à largura e à espessura de cladódios os melhores resultados foram identificados no tratamento com dose de dois litros do biofertilizante de esterco bovino, obtendo, respectivamente, de 22,27 cm, 16,47 cm, e 0,87 cm, quanto a altura das plantas a melhor resposta foi de 52,17 cm com o tratamento de 1,5 L de biofertilizante.

É importante ressaltar que em todos os tratamentos em que foram realizadas aplicações do biofertilizante, ainda que em doses diferentes daquelas que obtiveram melhores resultados, foram observadas respostas positivas quando comparadas às plantas que não receberam nenhuma dose de biofertilizante, grupo de controle.

Os resultados desta pesquisa despertam outras inquietações acadêmicas no que tange às possibilidades de potencializar ainda mais o crescimento da cultura palma forrageira em regiões semiáridas, utilizando experimentos com doses maiores que dois litros de biofertilizante de esterco bovino, bem como experimentando adições de outros componentes orgânicos ao biofertilizante usado, ou adotando espaçamentos diferenciados entre plantas. Enfim, observa-se que a cultura da palma forrageira orelha de elefante (*Opuntia stricta* Haw), assim como a utilização de

biofertilizantes para o seu trato, são temas promissores na região semiárida, logo, acredita-se que o estudo poderá servir como referência para novas pesquisas que tratem acerca das questões aqui abordadas ou que possuam relações com o tema.

Referências

- ALBUQUERQUE JÚNIOR, J.E. **Utilização de Biofertilizante no Cultivo de *Opuntia ficus - indica* (L) Mill (Palma Forrageira) no Brejo Paraibano**. Trabalho de Conclusão de Curso, Graduação em Agroecologia, Universidade Estadual da Paraíba, Paraíba, 2014.
- BARROS, J.L. **Palma Forrageira ‘Gigante’ Cultivada em Diferentes Espaçamentos Com Adubação Orgânica**. Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal no Semiárido, Universidade Estadual de Montes Claros, Janaúba, 2014.
- BATISTA, M.A.; INOUE, T.T.; ESPER NETO, M.; MUNIZ, A.S. **Princípios de Fertilidade do Solo, Adubação e Nutrição Mineral**. Maringá: EDUEM, p. 113-162, 2018.
- BEZERRA, B.G.; ARAÚJO, J.S.; PEREIRA, D.D.; LAURENTINO, G.Q.; SILVA, L.L. Zoneamento agroclimático da palma forrageira (*Opuntia* sp.) para o estado da Paraíba. Campina Grande, PB. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 18, n. 7, p. 755-761, 2014. DOI
- CAMPOS, J.N.B. Secas e políticas públicas no semiárido: ideias, pensadores e períodos. **Sociedade e Ambiente. Estudos Avançados**, v. 28, n. 82, p. 65-88. 2014. DOI
- COELHO JUNIOR, L.M.; MEDEIROS, M.G.; NUNES, A.M.M.; MACIEIRA, M.L.L.; FONSECA, M.B. Avaliação do uso do solo e dos recursos florestais no semiárido do estado da Paraíba. **Ciência Florestal**, v. 30, n. 1, p. 72-88, 2020. DOI
- CÂNDIDO, M.J.D.; GOMES, G.M.F.; LOPES, M.N.; XIMENES, L.J.F. **Cultivo de Palma Forrageira Para Mitigar a Escassez de Forragem em Regiões Semiáridas. Informe Rural, ano VII, n. 3**. Fortaleza: Banco do Nordeste do Brasil, 2013.
- CRIZEL, R.L. **Prospecção de Pigmentos Produzidos por Cochonilhas *Ceroplastes spp* Para Aplicação em Alimentos**. Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal de Pelotas, 2017.
- DONATO, P.E.R.; PIRES, A.J.V.; DONATO, S.L.R.; BONOMO, P.; SILVA, J.A.; AQUINO, A.A. Morfometria e rendimento da palma forrageira ‘Gigante’ sob diferentes espaçamentos e doses de adubação orgânica. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 9, n. 1, p. 151-158, 2014. DOI
- FROTA, M.N.L.; CARNEIRO, M.S.S.; CARVALHO, G.M.C.; ARAÚJO NETO, R.B. **Palma Forrageira na Alimentação Animal**. Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2015.
- MATOS, C.F.; PINHEIRO, E.F.M.; PAES, J.L.; LIMA, E.; CAMPOS, D.V.B. Avaliação do potencial de uso de biofertilizante de esterco bovino resultante do sistema de manejo orgânico e convencional da produção de leite. **Revista Virtual de Química**, v. 9, n. 5, p. 1957-1969, 2017. DOI
- MARQUES, O.F.C.; GOMES, L.S.P.; MOURTHÉ, M.H.F.; BRAZ, T.G.S.; PIRES, N.O.S. Palma forrageira: cultivo e utilização na alimentação de bovinos. **Caderno de Ciências Agrárias**, v. 9, n. 1, p. 75-93, 2017. <https://periodicos.ufmg.br/index.php/ccaufmg/article/view/2940>.
- NEVES, A.L.A.; PEREIRA, L.G.R.; SANTOS, R.D.; VOLTOLINI, T.V.; ARAÚJO, G.G.L.; MORAES, S.A.; ARA-GÃO, A.S.L.; COSTA, C.T.F. **Plantio e Uso da Palma Forrageira na Alimentação de Bovinos no Semiárido Brasileiro. Comunicado Técnico**, v. 62. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 2010.
- PAULUS, G.; MULLER, A.M.; BARCELLOS, L.A.R. **Agroecologia Aplicada: Práticas e Métodos para uma Agricultura de Base Ecológica**. Porto Alegre: EMATER/RS, 2000.
- ROCHA, J.E.S. **Palma Forrageira no Nordeste do Brasil: O Estado da Arte**. Sobral: Embrapa Caprinos e Ovinos, 2012.
- ROCHA, T.B.C.; VASCONCELOS JUNIOR, F.C.; SILVEIRA, C.S.; MARTINS, E.S.P.R.; SILVA, R.F.V. Veranicos no Ceará e Aplicações para Agricultura de Sequeiro. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 35, n. 3, p. 435-447, 2020. DOI
- SALES, M.C.L. Evolução dos estudos de desertificação no Nordeste brasileiro. **GEOUSP Espaço e Tempo (Online)**, v. 6, n. 11, p. 115-126, 2002. DOI
- SOUTO FILHO, L.T. **Morfologia, Produtividade e Composição Química da Palma Orelha de Elefante Mexicana Sob Adubação e Frequência de Colheita**. Tese de Doutorado, Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2020.
- WANDERLEY, W.L.; FERREIRA, M.A.; ANDRADE, D.K.B.; VERAS, A.S.C.; FARIAS, I.; LIMA, L.E.; DIAS, A.M.A. Palma forrageira (*Opuntia ficus indica* Mill) em substituição à silagem de sorgo (*Sorghum bicolor* L.Moench) na alimentação de vacas leiteiras. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 31, n. 1, p. 273-281, 2002. DOI



License information: This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (type CC-BY), which permits unrestricted use, distribution and reproduction in any medium, provided the original article is properly cited.